BIBLIOTEKA PROBLEMÓW AV

HI FI Audio Video

Zeszyt 3

Głośniki i wzmacniacze najwyższej klasy

Lista najlepszych głośników świata

Lp	Model	Cena w DM	Liczba pkt	Ocena
KLASA WZORCOWA				
1	Infinity IRS Beta	35000	96	xxxxx
2	Duntech Sovereign 2001	30000	93	xxxxx
3	Backes and Müller BM40 (aktiv)	49000	92	xxxxx
4	I.Q. System One	20000	91	xxxxx
5	Infinity Gamma	22000	91	xxxxx
KLASA NAJWYŻSZA				
1	Audiostatic ES-600 R	19000	88	xxxxx
2	Newtronics Magma (aktiv)	22800	88	xxxxx
3	Magneplanar Tympani-IVa	15300	87	xxxx
4	Duntech Marquis	11500	86	xxxxx
5	Pütz Lautsprecher-system (aktiv)	20400	86	xxxxx
6	Backes and Müller BM20 (aktiv)	23000	86	xxxx
7	Apogee Duetta	13500	84	xxxx
8	Audio Exclusiv P6	16600	83	xxxx
9	I+A Solitaire OEC 200 (aktiv)	21000	82	xxxx
10	Martin Logan SLC	7900	81	xxxx
11	Quad ESL 63	7900	81	xxxx
12	B and W Matrix 801 Series 2	9600	79	xxxx
13	Ecouton LQL 200	7800	79	xxxx
14	Magneplanar 2.5	7900	79	xxxx
15	Pro Ac Studio Tower	10900	79	xxxx
16	A Capella Fifth Avenue	12000	78	xxxx
24	Infinity Kappa 9	8000	77	xxxx
18	Magnepan MG III	9000	77	xxxx
19	MB Quart 3200 S	10000	77	xxxx.
20	ProAc EBS	10000	77	xxxx
21	I+A TMR 220	14000	77	xxxxx
22	B and W 802/II	7600	76	xxxx
23	Cabasse Brigantine	14000	76	xxxx
24	Magnasphere Nova	10000	76	xxxx
KLASA WYSOKA				
1	Backes and Müller BM 8 (aktiv)	9000	75	xxxx
2	Fisher STE-555	7800	75	xxxx
3	Elac 250-4π	15000	75	xxx
4	Sonofer SF8	6000	74	xxxx
5	Elac 170-4π	8000	73	xxxx
6	Grundig Fine Arts Five Active	8000	73	xxxx
24	Infinity Kappa 8A	6000	73	xxxx
8	TMR Standard	6800	73	xxxx
9	Elac 213-4π	5600	73	xxx
10	Outsider Pico Plus	6400	72	xxxx
11	Piega Elektra	11000	72	xxxx
12	I+A Criterion TMR 160	5600	72	xxx
13	A Capella Celesta MkII	6600	71	xxxx
14	Audio Professional Synthese 1	11000	71	xxxx
15	Naim SBL	6600	71	xxxx
16	ProAc Super Tower	4800	71	xxxx
17	Canton CA-20 (aktiv)	13000	71	xxx
18	Arcus TL-500	6000	70	xxxx
19	MB Quart 2200 S	5000	70	xxx
20	Thiel CS 2	5200	70	xxx
21	B and W Matrix 3/II	4400	69	xxxx
22	MBL Monitor MBL 311	3800	68	xxxx
23	Audiolabor Dialog	6300	67	xxx
24	Elac EL 160	4200	67	xxx
25	Eminent LFT IV	5900	67	xxx
26	Canton CA-10 (aktiv)	7000	66	xxxx
27	Audio Exklusiv Tubular Bell II	2900	66	xxx
28	Cabasse Colonne 116	6000	66	xxx
29	Dynaudio MSP 330	4800	66	xxx
30	Quadral Vulkan III	6500	66	xxx
31	Newtronics Scorpion (aktiv)	7650	65	xxxx
24	Infinity Kappa 6	3500	65	xxx
33	Acron 900B	3300	64	xxx
34	B and W Matrix 2/II	3000	64	xxx
35	dbx SF 150	4000	64	xxx
36	Mission Argonaut	3200	64	xxx
37	Arcus TL 180	3300	63	xxx
38	Audiolabor Spontan	3800	63	xxx
39	Heco Superior 930	3400	63	xxx
40	I. Q 5180 AT	3200	63	xxx
41	Infinity RS 6000	3400	63	xxx
42	Sony APM-66ES	2800	63	xxx
43	Audio Professional Synthese 2	7500	63	xx
44	Arcus TL 300	4000	62	xxx
45	Becker+Hauth HPS 710	3000	62	xxx
46	Braun LS 200	4000	62	xxx
47	MB Quart 980	3200	62	xxx
48	T+A Criterion TMR 120	3500	62	xxx
49	Intonation Terzian	7000	61	xxxx
50	T+A Spektrum Aktiv II (aktiv)	4000	61	xxxx
51	A.R.E.S. L50	3000	61	xxx
52	Audiodata Bijou	4200	61	xxx
53	Ecouton LQL 100III	2400	61	xxx
54	Ecouton LQL 150	3560	61	xxx
55	Elac EL 150	3200	61	xxx
56	Fisher Oktavia 900	3200	61	xxx
57	Heco Superior 830	2400	61	xxx
58	MBL Monitor 321	2300	61	xxx
59	Onkyo SC-960	2800	61	xxx
60	ProAc Studio 1	2500	61	xxx
61	Sony APM-4E	8000	61	xx
KLASA ŚREDNIA				
1	Linn Nexus	1400	60	xxxx
2	Blaupunkt L 200	3600	60	xxx
3	Cabasse Clipper	4400	60	xxx
4	Elac EL 130	2000	60	xxx
5	I. Q 4180 AT	2000	60	xxx
6	Magneplanar MG 1-C	4000	60	xxx
7	Real Audio HLS 110/140 MK 4S	3000	60	xxx
8	Rowen Research R 3	2800	60	xxx
9	JBL 240Ti	7000	60	xx
10	Acoustic Lab Demian	2400	59	xxx
11	B and W CM2	3000	59	xxx
12	Blaupunkt L 110	2000	59	xxx
13	Cabasse Sloop 321	3200	59	xxx
14	Eurosound ES Allegro	2400	59	xxx
15	Onkyo SC-760	2000	59	xxx
16	Sonofer SF 4	2500	59	xxx
17	T+A Criterion TMR 80	2400	59	xxx
18	Technics SB-RX50	2000	59	xxx
19	TSM 6000	1800	59	xxx
20	Audiomobile Multi Passi Due	3000	58	xxx
21	Fine Arts 3	3000	58	xxx
22	Fisher Oktavia 600	2500	58	xxx
23	Magnat MSP 120	2400	58	xxx
24	Mission Freedom	2000	58	xxx
25	Phonar A 505	2800	58	xxx
26	Quadral Korun	2600	58	xxx
27	B and W Matrix 1/II	2400	57	xxx
28	Ecouton LQL 100	2200	57	xxx
29	Eurosound Andante II	2000	57	xxx
30	Linn Helix	1440	57	xxx
31	Linn Sara 9	3000	57	xx
32	Magnat Zero 6	1800	57	xx

SPIS TREŚCI

Lista najlepszych głośników świata	okł.	II
Wprowadzenie		2
Głośniki i zestawy głośnikowe		3
Zestawy głośnikowe		7
JBL — Project Everest		8
Cabasse — Albatros VI		9
Acoustat — Spectra 22		10
Elipson — Colonne Design		11
Triangle — Esprit		12
Sound Lab — Audiophile A6 Super		12
Technics — SB-RX50		13
Stereolith — Duetto		14
B&W — Matrix Tower CM1/CM2		15
Allison — IC20		16
AESD — Harmonie 3100A		17
Vieta — L'Orfeo Prestige		18
Rogers — BBC-LS7T		19
Pierre Etienne Léon — Quattro		20
Magnepan — Magnepan MGIIC		21
Vision Acoustique — MV2		22
3A —3A Triphonic 100		23
Infinity — Kappa 7		24
Chario — Hiper 1		25
Przedwzmacniacze i wzmacniacze		27
Qlox électronique — przedwzmacniacz YBA 1		26
Luxman — wzmacniacz mocy MQ-360		26
Denon — wzmacniacz UPA-7700		27
Audio Research Corporation — przedwzmacniacz SP15 i wzmacniacz mocy Classic 150		28
Denon — wzmacniacz POA-6600A		29
Beard — przedwzmacniacz CA506		29
Revox — wzmacniacz kompletny B250		32
Gryphon — przedwzmacniacze Dual-Mono		32
Przewody i złącza do sprzętu hifi		30

Fot. na str. I okł.: Zestaw głośnikowy firmy Bose

Głośniki i wzmacniacze najwyższej klasy

Opracowanie zbiorowe

Warszawa 1990 PL ISSN 0239-8435

WPROWADZENIE

Co roku w kwietniu odbywa się w Paryżu interesująca wystawa elektronicznego sprzętu akustycznego o nazwie **„Journées de la Haute Fidélité"**— „Dni dużej (wysokiej) wierności". Oczywiście chodzi tu o wierność odtwarzania dźwięku i właściwie polskie tłumaczenie powinno brzmieć „Dni hifi". Termin hifi kojarzy się elektronikowi przede wszystkim z normą techniczną, tj. z liczbą parametrów, których wartości graniczne opisują sprzęt jaki można zaliczyć do tego rodzaju urządzeń. Wystawę paryską trzeba jednak traktować inaczej. Tutaj prezentowane są urządzenia zdolne do odtwarzania muzyki z najwyższą technicznie możliwą wiernością. Tę górną granicę wyznacza bowiem aktualny stan techniki oraz technologii budowy sprzętu. Jednakże nie parametry techniczne ani też metryczki pomiarowe decydują na tej wystawie o uznaniu jakim się cieszą poszczególne eksponaty. Jedynym kryterium ich jakości jest ocena uzyskana podczas odsłuchu.

Mimo że takiemu kryterium można zarzucić subiektywizm — wystawa cieszy się powodzeniem, a przemysł poświęcony budowie urządzeń hifi o najwyższej jakości (wierności) rozwija się z każdym rokiem coraz bardziej. Grupa urządzeń stanowiąca produkty tego przemysłu została nawet wyodrębniona i jest określana terminem **„High End Hi-Fi"**. W skład tej grupy wchodzą przede wszystkim lub — można powiedzieć — prawie wyłącznie dwa segmenty zestawu hifi, których konstrukcja ma decydujący wpływ na jakość odtwarzanej muzyki, a mianowicie: wzmacniacze i zestawy głośnikowe. Ostatnie lata rozwoju tych urządzeń dowiodły, że innowacje techniczne prowadzące do lepszego zaspokojenia wymagań wielbicieli muzyki nie mają granic. Co więcej, te innowacje techniczne są często niezrozumiałe z technicznego punktu widzenia a jednocześnie są cenione przez ludzi o wyrobionym słuchu muzycznym. Mamy tu do czynienia z koncepcjami, które trzeba by ulokować na pograniczu techniki i nauki. Wiele procesów technicznych trudno byłoby uzasadnić rachunkowo, natomiast ich wprowadzenie jest nie tylko usprawiedliwione, lecz często witane z entuzjazmem przez muzykalnych słuchaczy.

W niniejszym zeszycie Biblioteki Problemów Audio-Video przedstawiamy pewną liczbę wybranych, charakterystycznych modeli wzmacniaczy i zestawów głośnikowych przedstawionych i odsłuchiwanych na paryskiej wystawie, zwracając uwagę na te elementy, układy i rozwiązania, które konstruktorzy uważali za decydujące dla poziomu jakości odtwarzanej muzyki. Często brak jest wyjaśnień i powodów zastosowania przez danego producenta konkretnych rozwiązań. Jest to tym bardziej kłopotliwe dla technika, że czasem różne rozwiązania prowadzą do równie dobrych wyników. Mamy tu do czynienia z pewną gałęzią rzemiosła zajmującego się wytwarzaniem instrumentów muzycznych. Określenie nie jest chybione, jeśli wziąć pod uwagę fakt, że wiele urządzeń **High-End** wykonywanych jest ręcznie, zaś większość firm je wytwarzających zatrudnia po kilkanaście do kilkudziesięciu osób. To rękodzielnictwo jest jedną z przyczyn wysokiej ceny tych urządzeń.

Koncepcja tego zeszytu jest inspirowana przez paryski festiwal. Nazwa **festiwal** jest konsekwencją sposobu demonstracji sprzętu. Stoisko służy przede wszystkim — jako sala odsłuchowa — ocenie jakości dźwięku.

Osobliwością wystawy były na pewno wzmacniacze lampowe, modele niespotykane podczas prezentacji tego rodzaju elektroniki konsumpcyjnej.

Ten powrót do lamp w epoce krzemowej u tak wielu konstruktorów nie ma charakteru zwykłego sentymentu i tylko pozornie — podobnie jak wiele innych innowacji — wydaje się być irracjonalny.

Francuskie czasopismo **Audiophile** przeprowadzające ankietę wśród konstruktorów wzmacniaczy lampowych otrzymało odpowiedź, która ten pogląd potwierdza.

Pytanie, dlaczego w 1989 r. stosuje się we wzmacniaczach akustycznych — i to w coraz większym zakresie — lampy, kwitowano stwierdzeniem, że mimo całego postępu technicznego stosowanego w konstrukcji tranzystorów, lampa elektronowa pozostaje wciąż najbardziej liniowym podzespołem jaki kiedykolwiek powstał z przeznaczeniem do zastosowań audio. Oczywiście w tym celu powinna pracować w czystej klasie A.

Na inne pytanie, dlaczego lampa elektronowa jest wyżej ceniona niż tranzystor przy odsłuchu muzyki, mimo iż wyniki pomiarowe w laboratorium stawiają układy tranzystorowe daleko przed lampowymi, odpowiedź była następująca. Pomiary parametrów odbywają się na podstawie norm, które — jak dotąd — nie uwzględniają, bo nie mogą, wszystkich subtelności technicznych mających wpływ na odbiór muzyczny. Nie ma bowiem wciąż pełnej korelacji między obydwoma rodzajami kryteriów.

Żeby zorientować czytelników jaki ciężar gatunkowy ma sprzęt hifi wysokiej klasy w krajach rozwiniętych, przytoczmy kilka liczb. Obroty wszelkiego rodzaju sprzętem hifi, który spełnia normę jakości w tym zakresie, wyniosły we Francji w 1988 r. około 1 mld dolarów (5,9 mld franków). Jedna czwarta z tej sumy przypada na tzw. „czyste hifi", to znaczy na sprzęt składający się z oddzielnych segmentów. Z kolei mniej więcej 1/4 tej sumy, to obroty firm francuskich zajmujących się wyłącznie produkcją zestawów głośnikowych i wzmacniaczy klasy **High-End**.

Prezentację poszczególnych typów wzmacniaczy i głośników poprzedziliśmy krótkimi uogólniającymi komentarzami.

Ze względu na dużą różnorodność zasad i technik, które są stosowane przy produkcji nowoczesnych zestawów głośnikowych, uważaliśmy za celowe zorientowanie czytelników w ogólnym postępie i trendach rozwojowych tego sprzętu. Temu celowi służy artykuł, o którego napisanie zwróciliśmy się do najbardziej kompetentnego i najbardziej w Polsce znanego ze swych publikacji na temat techniki stereofonicznej autora pana Aleksandra Witorta. Jego syntetyczny wykład wyjaśnia i spina harmonijną klamrą rozrzucone przypadkowo w poszczególnych relacjach wzmianki o zastosowanych innowacjach w prezentowanych modelach zestawów głośnikowych.

Jerzy Auerbach

Głośniki i zestawy głośnikowe

Przetworniki elektroakustyczne stały się krytycznym ogniwem w łańcuchu urządzeń hifi. Doskonaleniu głośników i zestawów głośnikowych poświęca się obecnie, w miarę powstawania coraz znakomitszych elektrycznych źródeł dźwięku, wiele uwagi.

Krótka historia

Urządzenia głośnikowe zaczęto konstruować w krótkim czasie po wynalezieniu lampy elektronowej, a wraz z nią pojawieniu się wzmacniaczy m.cz. i odbiorników radiofonicznych. Pierwsze głośniki powstały przez połączenie słuchawki elektromagnetycznej z tubą. W latach 1922-1930 pojawiło się wiele udanych konstrukcji głośników elektromagnetycznych ze stożkową membraną papierową. Były to różne odmiany głośników o swobodnie drgającej, w polu magnesu trwałego, żelaznej kotwicy z cewką. Pomysłem o daleko idących skutkach stało się wynalezienie przez C.W. Ricca i E.W. Kelloga, w 1924 r., głośnika dynamicznego (magnetoelektrycznego), w którym stożkowa membrana jest napędzana cewką poruszającą się swobodnie w szczelinie obwodu magnetycznego. Głośniki dynamiczne zdominowały wszystkie inne rozwiązania. W okresie 65 lat, które upłynęły od ich wynalezienia, trwa żmudne doskonalenie rozwiązań konstrukcyjnych i technologii ich wytwarzania. Głównym motywem tych prac jest dążenie do polepszenia wierności odtwarzania dźwięków.

Oczekiwania co do wynalezienia lepszego — działającego na innej zasadzie — przetwornika elektroakustycznego dotychczas się nie ziściły.

Głośniki hifi

Skonstruowanie głośnika, który przenosiłby całe pasmo częstotliwości akustycznych, okazało się niemożliwe. Jest to spowodowane samą zasadą fizyczną działania głośnika dynamicznego i sprzecznościami co do wymagań konstrukcyjnych w odniesieniu do głośnika, który ma przetwarzać sygnały o najmniejszych częstotliwościach akustycznych (20÷200 Hz) i głośnika przeznaczonego do przetwarzania największych częstotliwości akustycznych (10÷20 kHz). Trudności konstrukcyjne zwiększają się w funkcji mocy akustycznej jaką ma głośnik wytwarzać. Zaczęto więc konstruować i produkować głośniki przeznaczone do przetwarzania sygnałów o ograniczonym zakresie częstotliwości i stosować 2÷5 lub nawet więcej głośników w zestawie. Najbardziej rozpowszechniły się zestawy trzech głośników przenoszących pasmo 40 Hz ÷ 15 kHz.

Na **rysunku 1** jest przedstawiony wysokiej klasy głośnik niskotonowy z widocznymi jego elementami składowymi.

Membrana jest nadzwyczaj istotną częścią każdego głośnika. Ważne są zarówno jej kształt, materiały z jakiego jest wykonana oraz technologia. Mebrana powinna drgać jak sztywny tłok, a jeżeli nie jest to możliwe w całym zakresie częstotliwości, to powinna „dzielić się" w taki sposób, aby określona jej część, zbliżona do obrzeża, stawała się akustycznie nieczynna. Materiał membrany powinien być sztywny, a jednocześnie wykazywać dużą stratność tłumiącą obwodowe, promieniowe i inne drgania własne membrany. Stosowane są membrany papierowe impregnowane, papierowo-plastykowe, papierowe pokryte folią aluminiową, membrany z materiałów syntetycznych i inne. W głośnikach wysokotonowych i niektórych średniotonowych są stosowane membrany metalowe (aluminium, tytan).

Cewka drgająca powinna stanowić monolit z korpusem, cechować ją powinna duża sztywność i wytrzymałość na podwyższone temperatury (150÷250°C). Korpus jest wykonany z aluminium lub wypraski z materiału plastycznego. Drut (miedziany lub aluminiowy) ma często przekrój sześciokątny lub jest spłaszczony, co daje lepsze wypełnienie i zmniejsza grubość

Rys. 1. Nowoczesny głośnik niskotonowy (Dynaudio 30W-54). Średnica — 300 mm, moc — 210 W, częstotliwość rezonansowa — 22 Hz, średnica cewki — 54 mm, indukcja w szczelinie — 0,9 T, efektywność — 92 dB, Q_{ts} — 0,36, V_{as} — 257 dm³, impedancja — 8 Ω

cewki. Stosowane są specjalne termoutwardzalne kleje wiążące zwoje z korpusem.

Obwód magnetyczny składa się z magnesu trwałego i jarzma. Jarzmo ma nabiegunniki tworzące szczelinę, w której porusza się cewka. Kształt jarzma i nabiegunników powinien sprzyjać uzyskaniu w szczelinie równomiennego i symetrycznego (poza szczeliną właściwą) pola magnetycznego. Indukcja w szczelinie ma wartość 0,8÷2,0 T, a do jej wytworzenia stosuje się magnesy trwałe o kształcie pierścienia: ferrytowe lub stopowe (alnico, samarowo-kobaltowe, a ostatnio także neodymowe). Elementy obwodu magnetycznego są wiązane ze sobą za pomocą klejów.

Zawieszenie membrany (górne i dolne). Zawieszenie górne stanowi kołnierz z elastycznego materiału, spojony mocno z obrzeżem membrany, albo — rzadziej — kilka fałd utworzonych w membranie i impregnowanych odpowiednim syciwem. Zawieszenie dolne, przytwierdzone do korpusu cewki lub do miejsca w którym korpus cewki łączy się z membraną, wykonane jest jako pierścień o współosiowych fałdach, sporządzony z impregnowanej tkaniny lub wypraska z odpowiedniego materiału plastycznego. Oba zawieszenia powinny zapewnić współosiowe prowadzenie cewki w szczelinie i powrót do właściwego położenia spoczynkowego membrany i cewki, po zaniku prądu w cewce. Rezystancja mechaniczna zawieszenia membrany z cewką powinna zmieniać się liniowo w zakresie wychyleń roboczych układu drgającego głośnika.

Kosz głośnika, stanowiący część jego konstrukcji i jednocześnie obudowę, powinien być sztywny, nie ulegać odkształceniom i nie powodować większych zakłóceń w promieniowaniu fal akustycznych. Kosze są prasowane z blachy stalowej lub — lepszych głośnikach — odlewane z lekkich stopów.

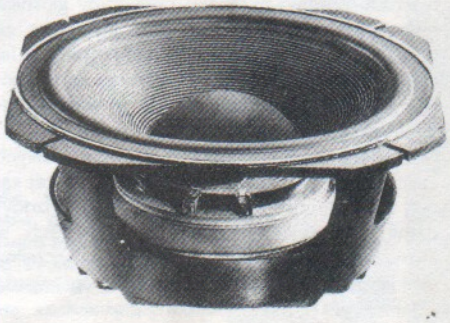
Niektóre głośniki średnio- i wysokotonowe mają obudowę typu kubkowego, w której mieści się membrana i obwód magnetyczny, a dolna część jest wypełniona materiałem dźwiękochłonnym.

Głośniki niskotonowe mają dużą średnicę (200÷400 mm), dużą amplitudę roboczą wychyleń membrany (2÷5 mm), przy czym maksymalne wychylenie nie powodujące „dobijania" cewki i jej uszkodzenia wynosi 5÷13 mm. Cewki tych głośników mają dużą średnicę (25÷100 mm) co powoduje, że objętość szczeliny jest znaczna (1,5÷4,5 cm³) i do wytworzenia w niej silnego pola magnetycznego są potrzebne magnesy o dużej masie. W głośnikach niskotonowych stosuje się często cienkościenny cylinder miedziany umieszczony na nabiegunniku pod cewką. Spełnia on funkcję zamkniętego zwoju i zmniejsza indukcyjność cewki, a jednocześnie zwiększa tłumienie drgań własnych układu drgającego głośnika (głośnik na rys. 1 ma taki cylinder).

Na **rysunku 2** jest przedstawiony wielki głośnik niskotonowy przeznaczony do zestawów hifi największej klasy.

Największy seryjnie produkowany głośnik niskotonowy do domowych urządzeń hifi ma średnicę 760 mm (Electro-Voice).

Na **rysunku 3** jest przedstawiony nowoczesny głośnik średniotonowy, o membranie kopułkowej. Jego cechami charakterystycznymi są: jedno zawieszenie układu drgającego, otwór w jarzmie między membraną i wnętrzem obudowy kubkowej, wypełnionej materiałem dźwiękochłonnym. Głośniki średniotonowe mają często stożkowe membrany plastykowe lub papie-



Rys. 2. Wielki głośnik niskotonowy do zestawów hifi (Thorolf THO-384LAB). Średnica — 390 mm, moc — 400 W, częstotliwość rezonansowa — 10 Hz, średnica cewki — 100 mm, indukcja w szczelinie — 1,5 T, efektywność — 96 dB, Q_{ts} — 0,39, V_{as} — 400 dm³, impedancja — 8 Ω

Rys. 3. Kopułkowy głośnik średniotonowy (Dynaudio D-52). Średnica — 146 mm, moc wg DIN — 200 W, częstotliwość rezonansowa — 350 Hz, pasmo przenoszenia max — 600÷6000 Hz, średnica cewki — 54 mm, indukcja w szczelinie — 1,15 T, efetywność — 92 dB, impedancja — 8 Ω

rowe, impregnowane, o średnicy 60÷120 mm. Część środkowa takiej membrany ma często kształt kopułki. Stosowane są dwa zawieszenia układu drgającego oraz kosze ażurowe lub obudowy kubkowe. Głośniki kopułkowe wypierają stopniowo głośniki średniotonowe z membranami stożkowymi, z wyjątkiem głośników nisko- średniotonowych.

Głośniki wysokotonowe są konstruowane obecnie głównie jako głośniki kopułkowe z membraną o średnicy 20÷25 mm. Membrana jest sztywna i bywa wykonana z syntetycznego materiału termoutwardzalnego, z aluminium lub z tytanu. Technologia wytwarzania membran z tytanu jest bardzo trudna i opanowało ją tylko kilka firm na świecie.

Na **rysunku 4** jest przedstawiony jeden z najlepszych obecnie głośników wysokotonowych. Cechują go: układ drgający o bardzo małej masie, wielka wartość indukcji w szczelinie (1,9 T), wypełnienie szczeliny cieczą ferromagnetyczną, duża obciążalność (w zestawie, według DIN do 300 W; krótkotrwałym przebiegiem zmiennym 10 ms — do 2000 W), doskonałe właściwości elektroakustyczne: przetwarzanie pasma 3÷25 kHz, małe zniekształcenia nieliniowe.

Innym rozwiązaniem jest wysokotonowy głośnik izodynamiczny przedstawiony na **rys. 5.** Ma on płaską membranę z folii plastykowej z wprasowanym w nią uzwojeniem, poruszającą się w polu magnetycznym. Głośnik tego rodzaju nadaje się szczególnie dobrze do umieszczenia bezpośrednio w stożku membrany głośnika nisko-średniotonowego, co jest korzystne ze względu na zgodność faz promieniowanych fal i pokrywania się miejsca, z którego są wypromieniowane fale akustyczne całego widma częstotliwości.

Należy jeszcze wspomnieć o wysokotonowych głośnikach wstęgowych, działających na tej samej zasadzie co i wyżej opisany głośnik izodynamiczny oraz o głośnikach szczelinowych, w których odpowiednio ukształtowana szczelina spełnia funkcję tuby polepszającej sprawność działania wstęgowej membrany głośnika.

Oferowane na rynku światowym głośniki można podzielić następująco:

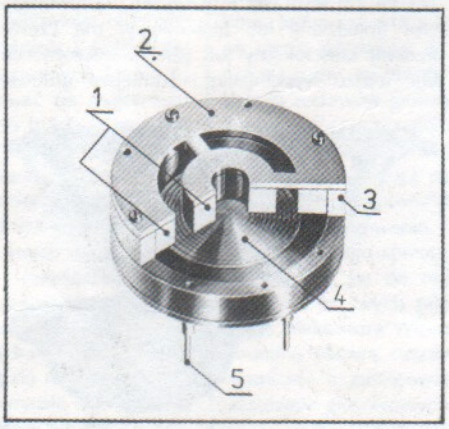
— według pasma częstotliwości, na: subniskotonowe, niskotonowe, nisko-średniotonowe, średniotonowe, wysokotonowe, superwysokotonowe;

— według mocy zestawów, do których są

Rys. 4. Kopułkowy głośnik wysokotonowy dużej mocy (Dynaudio T330OD). Średnica — 140 mm, moc wg DIN — 300 W, częstotliwość rezonansowa — 500 Hz, pasmo przenoszenia — 2500 Hz÷25 kHz, średnica cewki — 28 mm, indukcja w szczelinie — 1,9 T, szczelina wypełniona cieczą ferromagnetyczną, efektywność — 92 dB, impedancja — 8 Ω

przeznaczone, na: małej mocy (do 50 W), średniej mocy (50÷150 W) i dużej mocy (więcej niż 150 W);

— według jakości (parametry i wykonanie): standardowe



Rys. 5. Izodynamiczny głośnik wysokotonowy (Fostex FT7RP). Średnica membrany (efektywna) — 12,5 mm, pasmo przenoszenia do 45 kHz, magnes trwały — samarowo-kobaltowy. 1 — magnesy trwałe, 2 — płytka mocująca, 3 — pierścień mocujący obrzeże membrany, 4 — membrana foliowa z cewką, 5 — końcówki do przełączenia zasilania

— masowo produkowane, wysokiej klasy, najwyższej klasy

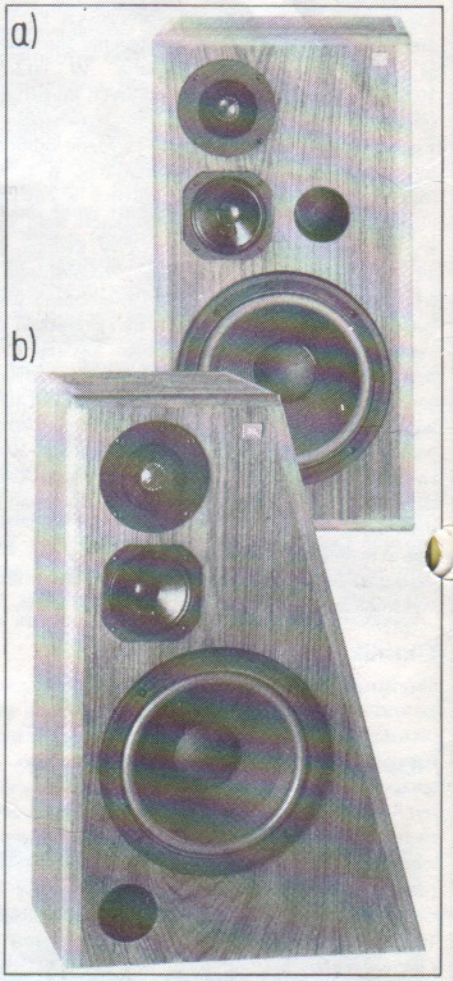
— produkowane w małych seriach.

Zestawy głośnikowe hifi

Zestaw głośnikowy (bierny) składa się z kilku wzajemnie dobranych głośników, obudowy akustycznej i zespołu filtrów LCR (zwrotnicy prądowej). Obudowa, współdziałająca akustycznie z głośnikiem niskotonowym, stanowi ważny element zestawu. W domowych zestawach hifi są stosowane trzy rodzaje obudów akustycznych: obudowy z otworem, w których wykorzystuje się zjawisko rezonansu Helmholtza, obudowy zamknięte i obudowy labiryntowe, realizujące zasadę długiego toru akustycznego. Panujące tendencje w konstruowaniu współczesnych zestawów głośnikowych hifi można najlepiej przedstawić na przykładach.

Na **rysunku 6** są pokazane trójpożne zestawy z głośnikami amerykańskiej firmy JBL, znanej z wytwarzania głośników najwyższej klasy. Są to zestawy o obudowach z otworem, a na szczególną uwagę zasługują kopułkowe głośniki wysokotonowe wypoważone w membrany z folii tytanowej (o grubości zaledwie 25 µm). Prostopadłościenny kształt obudowy jest niekorzystny ze względu na rezonanse wnętrza obudowy i jej ścian. Obecnie wiele firm oferuje zestawy o obudowach innego kształtu, czego przykładem jest zestaw przedstawiony na **rys. 6b.**

Na **rysunku 7** są przedstawione trzy zestawy głośnikowe znanej angielskiej wytwórni głośników Goodmans. Zestaw o obudowie piramidalnej jest klasycznym przykładem nowej tendencji w konstruowaniu zestawów głośnikowych. Obok innych zalet korzystne jest również nachylenie ścianki czołowej obudowy względem



Rys. 6. Trójdrożne zestawy głośnikowe o obudowie z otworem (JBL California TI — fot. z katalogu LSV — Hamburg). Głośnik niskotonowy JBL 127/H1 o średnicy 250 mm; głośnik średniotonowy JBL 104/H2 o średnicy 130 mm z plastykową membraną stożkową; kopułkowy głośnik wysokotonowy JBL 035-Ti z membraną tytanową o średnicy 25 mm: a — obudowa zestawu prostopadłościenna — 340×650×280 mm, — obudowa zestawu z pochyłą ścianką — 450×250×680×270 mm, c — widok membrany tytanowej kopułkowego głośnika wysokotonowego

Rys. 7. Trzy różne zestawy głośnikowe z głośnikami Goodmans (fot. z katalogu LSV-Hamburg). Głośniki niskotonowe W-200 o średnicy 200 mm, głośniki średniotonowe MR-114 o średnicy 114 mm, głośniki wysokotonowe DT-4 o średnicy 92 mm z membraną kopułkową ∅20 mm

podłogi, dzięki czemu odległości od głośników do uszu słuchacza są w zasadzie jednakowe, a głośniki promieniują pod kątem różniącym się od prostego w stosunku do ścian.

Następny zestaw ma głośniki: średniotonowy, wysokotonowy umieszczone w silnie nachylonej górnej ściance, co zapewnia promieniowanie fal dźwiękowych w kierunku sufitu. Zwiększa to udział fal odbitych, co nie jest bez znaczenia podczas odsłuchu muzyki, szczególnie w większych pomieszczeniach mieszkalnych (o powierzchni 25÷40 m²). Zestaw ten ma dwa głośniki niskotonowe. Ten drugi głośnik jest umieszczony poziomo wewnątrz obudowy i promieniuje dookólnie przez widoczne na rysunku otwory.

Trzeci, widoczny na **rys. 7** zestaw, składa się z dwóch zestawów o obudowach zamkniętych i zestawu subniskotonowego, który przenosi tylko najmniejsze częstotliwości akustyczne i może być ustawiony w dowolnym miejscu pomieszczenia odsłuchowego. Takie rozwiązanie rozpowszechnia się coraz bardziej, jako tańsze od dwóch wielkich zestawów głośnikowych oraz nadające się do zastosowania w małych mieszkaniach.

Na **rysunku 8** przedstawiono zestaw głośnikowy duńskiej firmy Jamo. Jest to zestaw o obudowie z otworem, który ma postać szczeliny między oprawą głośnika niskotonowego, mającą kształt krótkiego cylindra, a ścianką obudowy. Głośnik wraz ze swą oprawą jest elastycznie zawieszony, dzięki czemu mniejsze są drgania ścianek obudowy przy silnych dźwiękach. Płyta czołowa jest pochylona oraz nieco wypukła, co polepsza charakterystykę kierunkowości promieniowania zestawu i zmniejsza niekorzystne zjawisko dyfrakcji fal dźwiękowych na ostrych krawędziach obudowy. Obudowa ta jest wykonana z wielowarstwowych płyt silnie tłumiących drgania własne obudowy, a jednocześnie względnie lekkich.

Na **rysunku 9** jest przedstawiony zestaw o dość rzadko spotykanej konstrukcji, bowiem ma kształt wysokiego prostopadłościanu. Wmontowano w obudowę cztery głośniki nisko-średniotonowe, średniotonowy głośnik wstęgowy i takiż głośnik wysokotonowy. Otwory w obudowie mają kształt szczelin, co harmonizuje dobrze z architekturą tego zestawu. Jako uzupełnienie do tego zestawu oferowany jest człon superniskotonowy, zapewniający przenoszenie częstotliwości od 25 Hz.

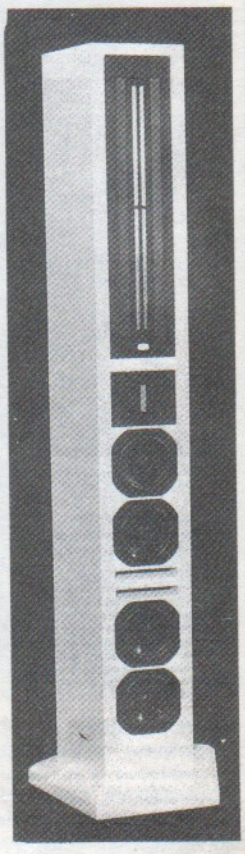
Na **rysunku 10** jest przedstawiony wysokiej klasy, czterodrożny zestaw głośnikowy, w którym głośniki: średniotonowy i wysokotonowy mają postać nasadki na szczycie obudowy. Zestaw ten jest reklamowany jako promieniujący w zasadzie dookólnie, w całym pasmie przenoszenia. Przy takiej charakterystyce kierunkowości promieniowania uzyskuje się lepszą przestrzenność akustyczną podczas słuchania muzyki, poprawia się odczucie współobecności źródeł dźwięku w obrazie dźwiękowym.

Obudowy zestawów głośnikowych — jeżeli mają być naprawdę dobre — wymagają żmudnych zabiegów konstrukcyjnych i optymalizacji na podstawie licznych pomiarów i prób. W większości są one wykonywane z wielowarstwowej sklejki. Rzadziej jako materiał służą płyty specjalnie produkowane do tego celu, o lepszych niż sklejka właściwościach. Zupełną rzadkością są obudowy metalowe. Stosuje je np. firma Acron jako obudowy małych zestawów głośnikowych. Części składowe takiego zestawu głośnikowego są przedstawione na **rys. 11.** Decydującym czynnikiem w tym wypydku jest prawdopodobnie niższy koszt wytwarzania, bowiem elementy obudowy po ich odlaniu w formach nie wymagają dodatkowej obróbki. Specjalne firmy produkujące „egzotyczne" zestawy głośnikowe stosują do wykonania obudów płyty z marmuru naturalnego lub sztucznego oraz płyty wielowarstwowe własnego pomysłu. Dobrym rozwiązaniem — dostępnym i dla konstruktorów amatorów — jest wykonanie ścianek obudowy jako podwójnych i wypełnienie szczeliny suchym piaskiem rzecznym. Dotyczy to przede wszystkim obudów głośników niskotonowych dużej mocy.

Wykończenie zewnętrzne obudów bywa najrozmaitsze i zależy głównie od klasy i ceny zestawu głośnikowego (lakiery, pokrycia drewnopodobne, forniry naturalne itd.).

Istotnym zespołem zestawu głośnikowego jest filtr LCR (zwrotnica prądowa) zapewniający podział pasma akustycznego na węższe zakresy częstotliwości dobrane do poszczególnych głośników. Stosowane są filtry o nachyleniu zbocza:

Rys. 8. Wysokiej klasy zestaw głośnikowy (Jamo Digital 120). Głośnik niskotonowy o średnicy 205 mm, głośnik średniotonowy o średnicy 105 mm, kopułkowy głośnik wysokotonowy z membraną o średnicy 25 mm, moc zestawu — 120 W, rozmiary: 350 × 700 × 300 mm, masa zestawu — 17 kg

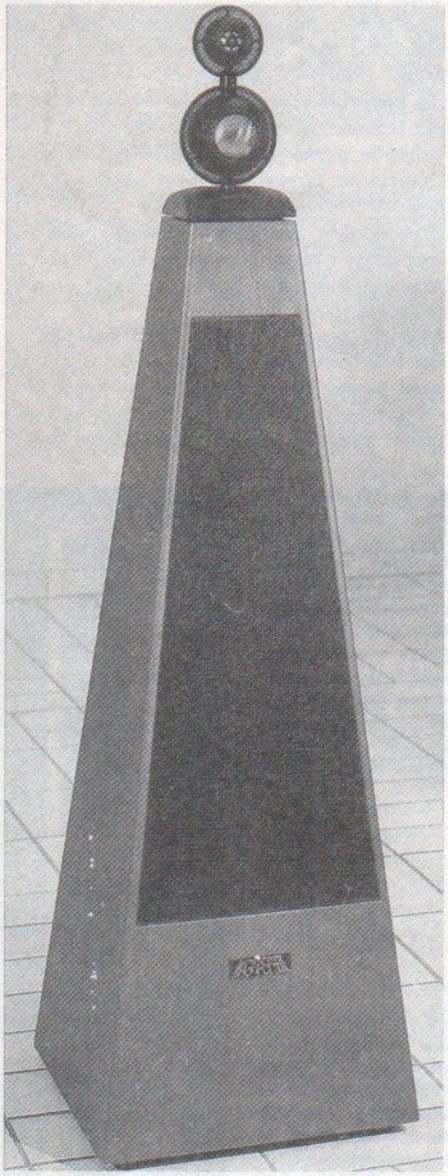


Rys. 9. Trójdrożny zestaw głośnikowy (Strathearn System 1). Głośniki średniotonowy i wysokotonowy — wstęgowe zasilane przez dodatkowe transformatory, cztery głośniki niskośredniotonowe o plastykowych membranach, obudowa z otworem, moc zestawu — 100 W, rozmiary: 185 × 1550 × 185 mm

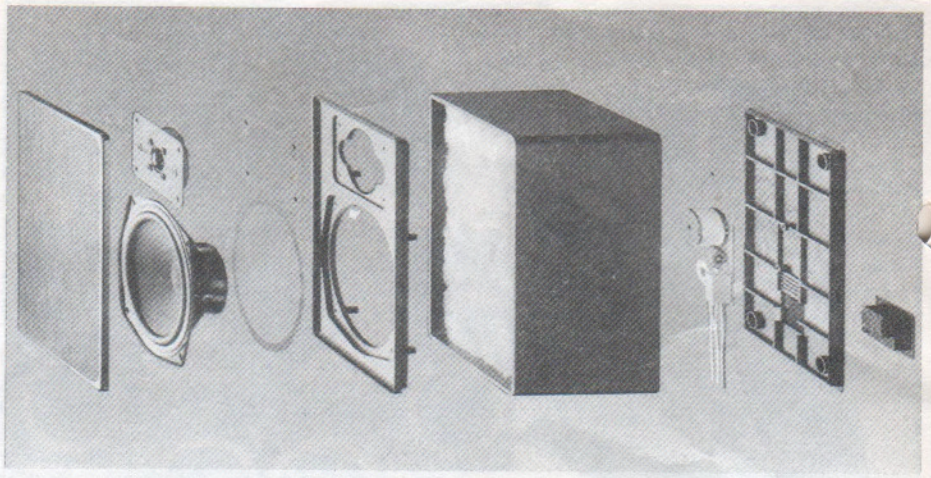
6, 12, 18 i 24 dB. Cewki indukcyjne są powietrzne lub z rdzeniem ferrytowym. Stosowane są kondensatory foliowe i elektrolityczne bipolarne. Rezystorami są wyrównywane różnice w efektywności poszczególnych głośników.
Zestawy głośnikowe większej mocy są wyposażone w elektroniczny układ zabezpieczający głośniki przed uszkodzeniem wskutek przeciążenia lub pojawienia się na wyjściu wzmacniacza zasilającego prądu stałego o nadmiernym natężeniu. Niekiedy stosowany jest optyczny wskaźnik przeciążenia zestawu głośnikowego z diodami elektroluminescencyjnymi.

Aktywne zestawy głośnikowe

Zasilanie kilku głośników z oddalonego wzmacniacza mocy przez filtr LCR ma duże wady. Do najważniejszych z nich należą: zniekształcenia fazowe wprowadzane przez filtr, zmieniająca się pod względem wartości modułu i kąta fazowego impedancja wejściowa zestawu głośnikowego, rezystancja wtrącona między wzmacniacz i głośniki oraz nieuniknione straty energii



Rys. 10. Luksusowy, czterodrożny zestaw głośnikowy (Magnasphere Gamma). Głośniki: niskotonowy i nisko-redniotonowy są wbudowane do obudowy; głośniki kopułkowe: średniotonowy i wysokotonowy są osadzone na szczycie obudowy; moc zestawu — 140 W, rozmiary — 360 × 1260 × 360 mm



Rys. 11. Części składowe zamkniętego zestawu głośnikowego o obudowie metalowej (Acron 310C). Głośnik nisko-średniotonowy o średnicy 175 mm; kopułkowy głośnik wysokotonowy; moc zestawu — 70 W, rozmiary obudowy — 195 × 300 × 175 mm; masa zestawu — 6 kg

i inne zniekształcenia w filtrze i przewodach łączących zestaw ze wzmacniaczem. Przeniesienie wzmacniacza mocy do samego zestawu głośnikowego i zastosowanie tylu wzmacniaczy ile kanałów ma zestaw głośnikowy eliminúje wszystkie wymienione wady za jednym zamachem, a poza tym umożliwia odpowiednie dopasowanie wzajemne głośnika i wzmacniacza. Wadą aktywnych zestawów głośnikowych jest konieczność doprowadzenia do każdego z nich zasilania energią elektryczną oraz nieco większa cena, w porównaniu z porównywalnym rozwiązaniem z jednym oddzielnym wzmacniaczem mocy. Czynnik ekonomiczny zanika z roku na rok wobec tanienia układów elektronicznych, a szczególnie pojawienia się tranzystorów MOS-FET i układów scalonych dużej mocy o bardzo dobrych parametrach, nadających się świetnie do wzmacniaczy wbudowywanych do zestawów głośnikowych.
Większość znanych firm wytwarzających zestawy głośnikowe oferuje również aktywne zestawy głośnikowe, przy czym spotyka się następujące rozwiązania:
— aktywne zestawy 3÷5-drożne wyposażone w komplet wzmacniaczy;
— aktywne zestawy składające się z trzech członów: członu niskotonowego, zawierającego wszystkie wzmacniacze oraz dwóch biernych zestawów satelitarnych (lewego i prawego);
— aktywne zestawy subniskotonowe, które mogą być przyłączone do już posiadanej instalacji z biernymi zestawami głośnikowymi.
Przykładowo podane są niżej dane techniczne kilku aktywnych zestawów głośnikowych.

— **Canton CA 10.** Trójdrożny (3 głośniki), jest wyposażony w trzy wzmacniacze mocy (120 W, 60 W, 60 W) przenoszące pasmo 3 Hz ÷ 140 kHz, o zniekształceniach nieliniowych mniejszych niż 0,03%. Zastosowany jest — przed wzmacniaczami mocy — aktywny filtr o częstotliwościach podziału 350 Hz i 3500 Hz, o stromości zboczy 12 dB/okt i 18 dB/okt. Zestaw ma elektroniczny układ zabezpieczający przed przeciążeniem i wyłączający całość w razie uszkodzenia oraz układ czasowy wyłączający wzmacniacze zestawu w 4 min. od zaniku sygnału m.cz. na wejściu. Napięcie wejściowe: 0,5÷14 V (przełączane skokami). Rozmiary zestawu: 340 × 640 × 350 mm.

— **Canton Plus B i Plus S** (patrz **rys. 12**). Zestaw składa się z trzech członów: niskotonowego, zawierającego głośnik i trzy wzmacniacze mocy 75 W oraz dwóch biernych zestawów satelitarnych, dwudrożnych. Napięcie sterujące zestawu: 0,5÷14 V.

— **Jamo SW 50.** Subniskotonowy zestaw głośnikowy, przeznaczony do uzupełnienia dowolnej instalacji domowej hifi. Moc wzmacniacza 55 W, głośnik niskotonowy o średnicy 260 mm, pasmo przenoszenia 25÷150 Hz, napięcie wejściowe 0,9 V (47 kΩ), rozmiary zestawu: 330 × 395 × 330 mm. Wzmacniacz jest umieszczony w podstawie zestawu (patrz **rys. 13**). Można z dużym prawdopodobieństwem przewidywać, że w najbliższym 10-leciu aktywne zestawy głośnikowe będą stosowane powszechnie z wyjątkiem małych zestawów głośnikowych o mocy do 50 W.

Uwagi ogólne

Kilkuset producentów oferuje zestawy głośnikowe na rynek światowy. Bardzo modne są obecnie zestawy części składowych do wykonania zestawu głośnikowego we własnym zakresie. Zawierają one albo tylko komplet głośników, albo więcej elementów oraz zwrotnicę prądową i rysunki obudowy lub wszystkie potrzebne elementy i materiały. Oferowane są zestawy głośnikowe od minizestawów (np. Acron 110 C o objętości brutto 2 dm³ i mocy 30 W) do wielkich zestawów luksusowych przeznaczonych do dużych mieszkań (np. Altec-Lansing — pięciodrożny zestaw aktywny z sześcioma głośnikami i wzmacniaczami o łącznej mocy 1400 W).
Podział zestawów głośnikowych według rozmiarów i mocy jest podziałem naturalnym i nie budzi wątpliwości, podobnie jak zróżnicowanie zestawów? Otóż nie! Bowiem problem optymamożna wytłumaczyć wielką różnorodność zestawów głośnikowych w jednej klasie cenowej? Czy tylko względy konkurencyjne i moda powodują tak wielkie zróżnicowanie rozwiązań konstrukcyjnych i właściwości akustycznych zestawów? Otóż nie! Bowiem problem optymalizacji przetworników elektroakustycznych i warunków odsłuchu audycji jest wciąż otwarty. Przyczyną tego są następujące, nakładające się na siebie, czynniki:
— znaczne różnice we właściwościach akustycznych pomieszczeń odsłuchowych;
— odmienne rodzaje muzyki preferowanej przez poszczególnych słuchaczy;
— znaczne różnice w koncepcji i jakości nagrań (emisji) materiału muzycznego;
— upodobania akustyczne słuchaczy co do barwy i niuansów brzmienia muzyki.

Rys. 12. Zestaw aktywny składający się z członu niskotonowego i dwóch dwudrożnych zestawów satelitarnych (Canton Plus B i Plus S). Człon niskotonowy o rozmiarach 340 × 385 × 380 mm, człony satelitarne — 120 × 205 × 100 mm, moc zestawu — 3 × 75 W

Wynika z tego, że różnice właściwości zestawów głośnikowych są uzasadnione, chociaż — prawdopodobnie — obserwowane zróżnicowanie jest nadmierne. Słuchacz powinien wybierać sobie zestaw głośnikowy w domu, w połączeniu z własną aparaturą odbiorczo-wzmacniającą i na ulubionym materiale fonograficznym. Nabywanie zestawów głośnikowych w salonie sprzętu espu lub zamawianie „w ciemno" mija się z celem. Oczywiście, gdy stoi się w kolejce, aby nabyć jakikolwiek zestaw głośnikowy, to przedstawiona teza staje się jałowa.

Rys. 13. Subniskotonowy zestaw głośnikowy z wbudowanym wzmacniaczem, mogący służyć jako dodatkowy do każdego posiadanego zestawu głośnikowego (Jamo SW 50). Głośnik niskotonowy o średnicy 260 mm; rozmiary zestawu — 330 × 395 × 330 mm; moc zestawu — 55 W. A — widok dwóch zestawów o różnych kolorach obudowy, b — widok fragmentu wzmacniacza z radiatorem stanowiącym podstawę zestawu

Obserwowany obecny w świecie stan nadmiernego zróżnicowania zestawów głośnikowych jest niekorzystny nie tylko dla słuchaczy, ale i producentów. Doskwiera im brak naukowych kryteriów obiektywnych, co zmusza do zbyt wielu prób we własnym zakresie. Prowadzone są poważne programy badawcze, finansowane między innymi przez producentów głośników i zestawów głośnikowych, mające na celu naukowe wyjaśnienie i opracowanie podstaw optymalizowania parametrów zestawów głośnikowych. Nie jest wciąż obiektywnie zbadane pomieszczenie odsłuchowe, czyli pokój mieszkalny. Kardynalnym zagadnieniem jest problem wpływu odbić fal akustycznych na jakość audycji. Wiążą się z tym parametry zestawów głośnikowych, a zwłaszcza ich charakterystyka kierunkowości promieniowania.

Wobec znanych już wad akustycznych małych pomieszczeń odsłuchowych, aktualna staje się pomoc ze strony układów elektronicznych (między innymi: wprowadzenie potrzebnych opóźnień czasowych, korekta charakterystyki częstotliwości, regulacja dynamiki).

W zasadzie idealne przenoszenie sygnałów dźwiękowych za pomocą płyt kompaktowych CD i cyfrowego zapisu magnetofonowego R-DAT spowodowało przesunięcie wysiłku badawczego na przetworniki elektroakustyczne i na kompleks problemów związanych z odsłuchem audycji artystycznych. Słuchacz w swoim pomieszczeniu odsłuchowym jest wciąż pewną niewiadomą. Czy ulegnie w najbliższym czasie rozszyfrowaniu przez technikę?

Aleksander Witort

LITERATURA

A. Witort: Dźwięk i technika Hifi. Wydawnictwo SIGMA, Warszawa 1988 r.

A. Witort: Zestawy głośnikowe. Wydawnictwo SIGMA, Warszawa 1986 r.

Radioelektronik: zeszyty nr 2, 6, 8/88; 1, 8, 11/87; 1, 4, 10/86, 3, 5, 10/85

Zestawy głośnikowe

Sądzę, że stwierdzenie, iż zestawy głośnikowe były i są w Polsce najmniej docenianym elementem zestawu elektroakustycznego, jest bliskie prawdy. Bardzo często, gdy ktoś ze znajomych wyjeżdżając za granicę prosi mnie o radę jaki ma sobie kupić zestaw do słuchania muzyki dodaje zaraz, a kolumny (à propos — w języku polskim zwrot „kolumna głośnikowa" oznacza wieżę złożoną z jednakowych zestawów głośnikowych) to sobie kupię krajowe. To — na pierwszy rzut oka pochlebne dla Tonsilu — stwierdzenie tak naprawdę nie zawsze jest słuszne. Taką samą bowiem korzyść będziemy mieli z dobrego zestawu elektroakustycznego zakończonego miernymi zestawami głośnikowymi jak z dobrej kolorowej emisji telewizyjnej, odbieranej za pomocą dobrej anteny ale oglądanej na telewizorze o niskiej jakości. Moim zdaniem, w całym zestawie elektroakustycznym zestawy głośnikowe są elementem najważniejszym, decydującym w pierwszym rzędzie o brzmieniu i wierności odtwarzanego dźwięku.

Dowodem na to jest, oczywiście, najprostsza próba akustyczna — proszę podłączyć dobre głośniki do kiepskiego urządzenia i złe głośniki do znakomitego źródła dźwięku i posłuchać, która kombinacja wypada lepiej. Proszę też zobaczyć, jak mało będą się wzajemnie różniły dobry i marny wzmacniacz, gdy porównamy je za pomocą zestawów głośnikowych niskiej jakości.

Te najprostsze i oczywiste wręcz dowody leżą u podstaw zainteresowania konstruktorów zestawów głośnikowych. Ich brzmienie jest coraz bliższe doskonałości, odpowiadające coraz bardziej wymogom jakie stawia płyta CD i DAT. Coraz więcej zestawów głośnikowych obecnie dedykowanych miłośnikom muzyki przewyższa jakością studyjne monitory sprzed 10 lat. Jednocześnie szybciej rośnie cena zestawów głośnikowych niż pozostałego sprzętu hifi. Moja odpowiedź na pytanie „co kupić?" w tej sytuacji brzmi: „proszę wydać tyle samo pieniędzy na głośniki, co na resztę sprzętu". Ta pozornie irracjonalna rada wyda się jeszcze mniej praktyczna, gdy sięgniemy do najwyższych półek światowego hifi — do zestawów **high end.** Czasem trudno zdecydować, czy są to urządzenia dla przeciętnych słuchaczy, czy wyłącznie dla profesjonalistów, czy ceny rzeczywiście odpowiadają jakości i co może zawierać przewód łączący głośniki ze wzmacniaczem, że 1 m tego przewodu kosztuje 150 Fr? Zamiast odpowiedzi na te, mnie również nurtujące pytania, przedstawię kilka zestawów głośnikowych, które oglądałem i słuchałem na paryskiej wystawie Journées de la Haute Fidélite. Niektóre z nich były wystawiane po raz pierwszy, inne mimo że nie zawsze najnowsze w konstrukcji znalazły się tu ze względu na ich nowatorstwo. Wszystkie jednak brzmiały wspaniale i chciałbym móc zaprezentować je kiedyś nie tylko na papierze. Spośród wielu modeli przedstawionych przez wytwórców wybrałem najbardziej znaczące i oryginalne od strony rozwiązań technicznych ale jednocześnie odznaczające się znakomitą barwą i jakością dźwięku. Starałem się wybrać modele reprezentujące wszystkie trzy znaczące nurty, czy może raczej kierunki reprezentowane przez producentów zestawów głośnikowych.

— Pierwszy z nich obejmuje grupę zestawów standardowych, tzn. obudów typu stojącego lub regałowych o różnej liczbie torów i głośników.

— Drugi dotyczy zestawów, a dokładniej systemów trójdrożnych (złożonych z jednego zestawu superniskotonowego i dwóch średniowysokotonowych satelitów), do których po latach znowu wracają producenci, zarówno w Europie jak i w USA.

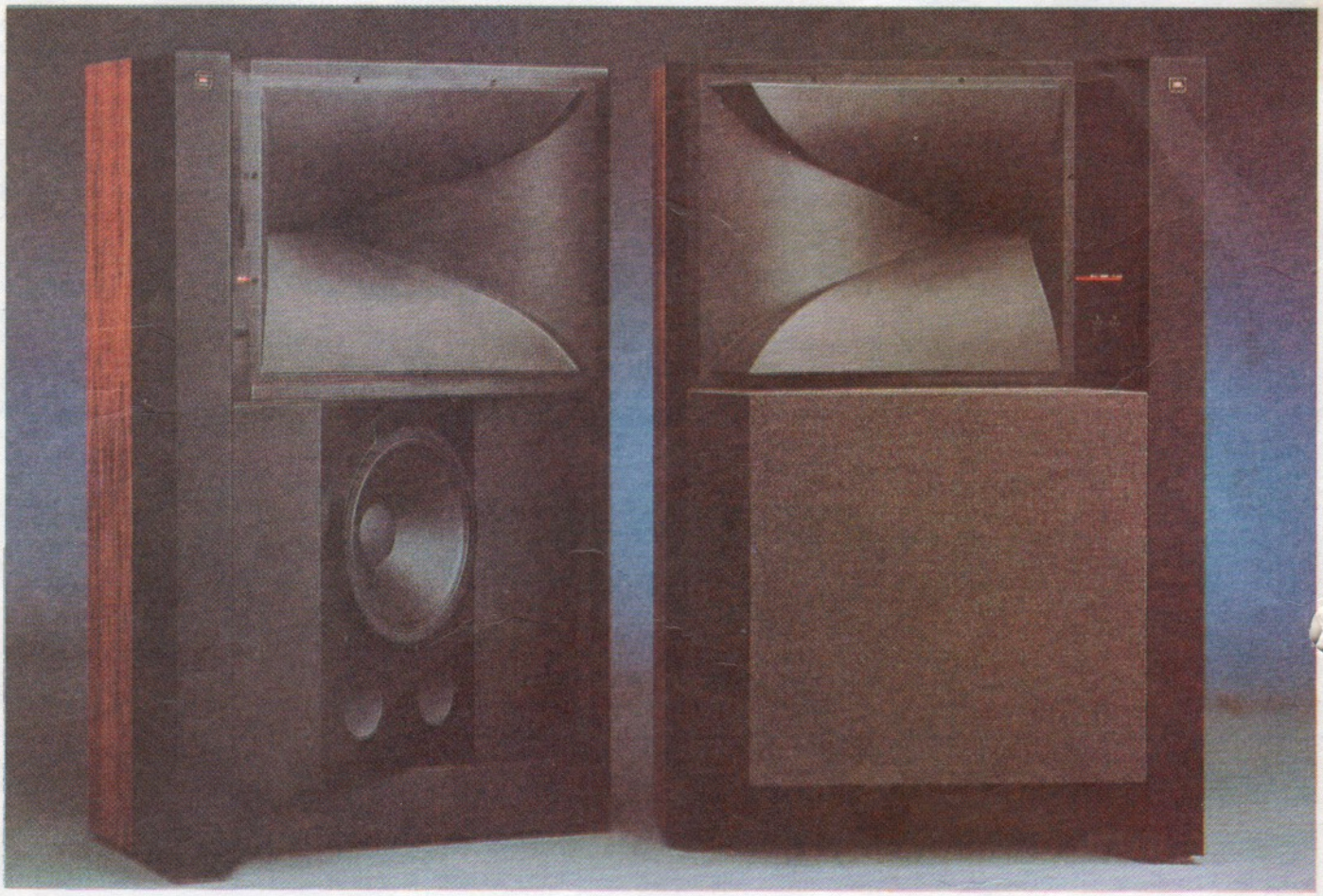
— Ostatni gromadzi najdroższe i często bardzo kontrowersyjne zestawy elektroakustyczne.

Kazimierz Monkiewicz

Firma: JBL

Model: Project Everest

Cena: 120 000 Fr (para)
Rozmiary: 141 (wys.) × 91 (szer.) × 34,5 (głęb.) cm
Typ obudowy: bass-reflex
Moc: 250 W
Liczba torów (głośników): 3
Impedancja: 80 Ω
Skuteczność: 100 dB/1 W/1 m



Zestaw głośnikowy Everest firmy JBL jest zestawem trójdrożnym, absolutnie bezkonkurencyjnym. Umożliwia on odbiór obrazu stereofonicznego w bardzo szerokim zakresie, dzięki jednoczesnemu zastosowaniu trzech pomysłów:

— orientacji głośników,
— asymetrycznej charakterystyki kierunkowej zestawów (lewego i prawego),
— szczególnej charakterystyki pasywnego filtru trójdrożnego.

Strefa odsłuchu stereofonicznego została znacznie powiększona, a wyważony efekt stereofoniczny jest odczuwany w każdym punkcie tej strefy — jest to chyba jedno z największych osiągnięć w zakresie pasywnych aplikacji odsłuchu stereo. Stabilność obrazu stereo jest wspaniała. Gdy słuchacz przesuwa się od jednego zestawu do drugiego, pozostaje wewnątrz bezpośredniego pola obydwu; ciśnienie dźwięku od dalszego zestawu wzrasta, podczas gdy to, pochodzące od bliższego, maleje. Równowaga dźwięku między dwoma zestawami pozostaje stała w bardzo dużym obszarze odsłuchu. Tradycyjna dla JBL, skuteczność i moc są warte najlepszych studyjnych monitorów, a barwa tonu może oczarować delikatnością i neutralnością.

Nie tylko ze względu na rozmiary można powiedzieć, że jest to prawdziwy monument o druzgocącej przewadze w porównaniu z innymi zestawami w zakresie wszystkich kryteriów subiektywnych. Everest jest systemem trójdrożnym z 15-calowym głośnikiem niskotonowym w obudowie z otworem, tubowym głośnikiem średniotonowym i pierścieniowym tweeterem. Najistotniejszym elementem systemu (również od strony wizualnej) jest średniotonowa tuba o szerokiej charakterystyce przenoszenia w zakresie częstotliwości 850÷7500 Hz. Zasila ją znakomity driver JBL2425 z tytanową membraną. Wielkie częstotliwości są odtwarzane przez bardzo szeroko promieniujący (140°) głośnik pierścieniowy 2405 o zakresie pracy do 21,5 kHz. Obudowy prawego i lewego zestawu są symetrycznie — zwierciadlane. W niektórych fragmentach są one zbudowane z 40-milimetrowej sklejki. Znaczna objętość umożliwiająca uzyskanie płaskiej charakterystyki amplitudowej aż do 40 Hz, jest jednocześnie konsekwencją pomieszczenia w niej dużej tuby średniotonowej,

Cena, jaką trzeba było z konstrukcyjnego punktu widzenia zapłacić (zresztą nie jedyna) za to rozwiązanie, jest wielka masa zestawu wynosząca 145 kg dla każdego kanału.

Firma: Cabasse

Model: Albatros VI

Cena: 182 400 Fr (para)
Rozmiary: 144 (wys.) × 45 (szer.) × 47 (głęb.) cm
Masa: 100 kg
Liczba torów: 4
Typ obudowy: aktywna, zamknięta
Moc elektroniczna wzmacniaczy: 600 W
Skuteczność: 98 dB/1 W/1 m

Można bez wątpienia przedstawić zestaw Albatros VI jako ukoronowanie ostatnich poszukiwań firmy Cabasse bezkompromisowego zestawu głośnikowego najwyższej jakości. Jest to czterodrożny zestaw aktywny z układami serwoprędkości i przyspieszenia membrany we wszystkich trzech torach: wysoko-, średnio- i niskotonowym.

Tony wysokie są odtwarzane przez kopułkowy głośnik wysokotonowy DOM4 o średnicy 2,5 cm, a tony z zakresu 1000 ÷ 5000 Hz przez również kopułkowy głośnik DOM13 o średnicy 5,5 cm. Ich powierzchnia promieniowania jest tak ukształtowana, że odtwarzanie jest idealnie dookólne.

Analizy spektralne wykazują, że maksymalna moc jest promieniowana przy częstotliwościach bliskich 400 Hz, a więc w zakresie nisko- i średniotonowym. Firma Cabasse zaprojektowała specjalny głośnik NDA17 do pokrycia tego odcinka częstotliwości. Zawiera on membranę z materiałów kompozytowych o strukturze plastra miodu i jest wyposażony w czujniki przyspieszeń.

Wreszcie tony niskie, są one odtwarzane przez bardzo duży głośnik niskotonowy o masie 16 kg z membraną o średnicy 36 cm. Membrana jest wykonana analogicznie jak membrana głośnika średnio- i niskotonowego i jest również wyposażona w czujnik przyspieszeń.

Część elektroniczną zestawu Albatros stanowią 4 profesjonalne wzmacniacze mocy firmowane przez Cabasse. Każdy z nich zasila jeden tylko głośnik i pracuje w zakresie częstotliwości wybranym przez filtr elektroniczny znajdujący się na wejściu układu. Wzmacniacze niskotonowy i średnio niskotonowy mają moc skuteczną po 200 W, natomiast średniowysokotonowy i wysokotonowy po 100 W. Czujniki na głośnikach niskotonowym i średnioniskotonowym mierzą przyspieszenie membran i przez układy sprzężenia zwrotnego sterują wychyleniem membran zgodnie z sygnałem wejściowym. Taki system w znaczący sposób zmniejsza zniekształcenia i „przeciąganie" dźwięku, a ponadto umożliwia szczególnie czyste odtwarzanie dźwięków o charakterze impulsowym. Cała część elektroniczna jest zgrupowana w dolnej części zestawu i zamontowana w szufladce, co daje łatwy dostęp do płytek wzmacniaczy i filtrów.

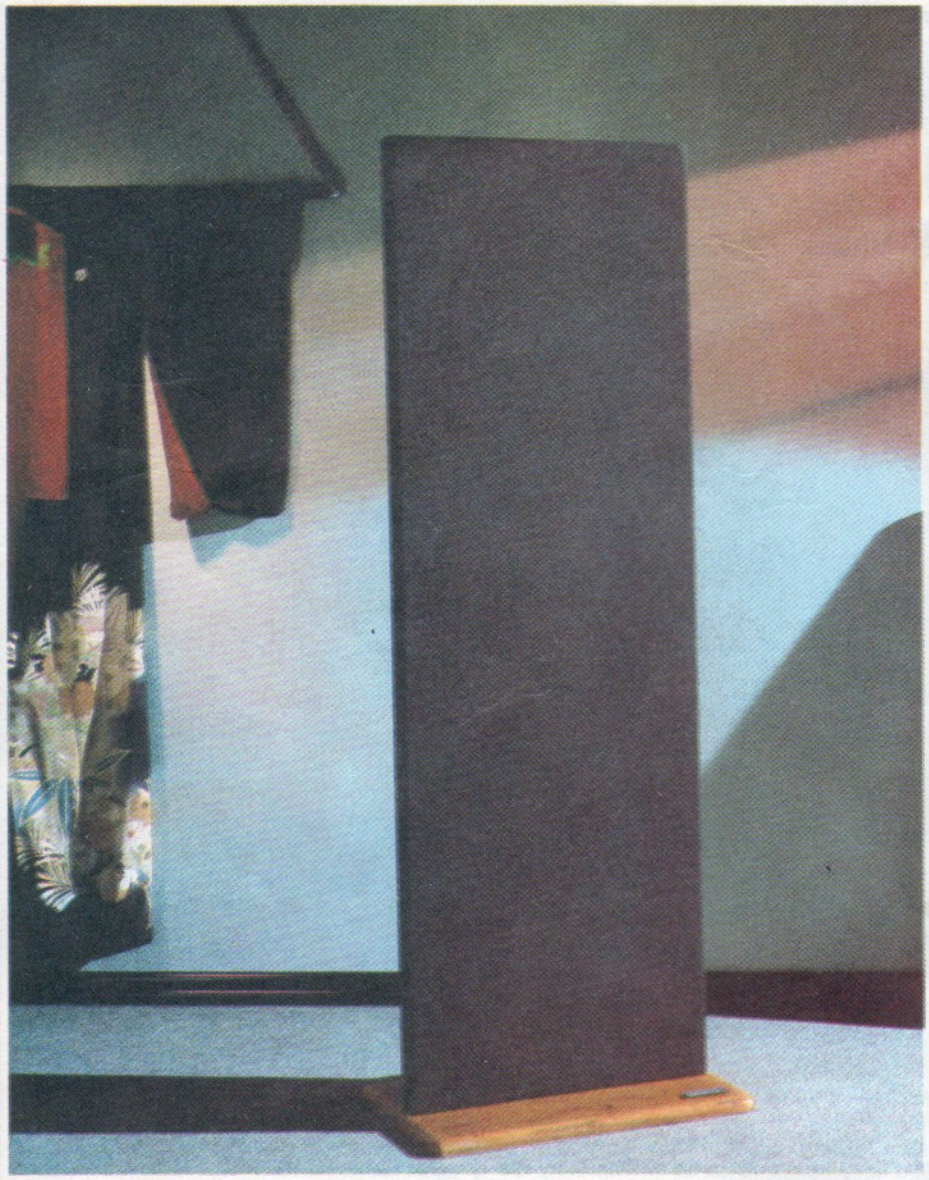
Cztery grupy diod świecących umożliwiają ciągłą kontrolę pracy każdego toru:
— dioda zielona oznacza, że wzmacniacz dostarcza za małą moc,
— dioda żółta — moc wyjściowa jest o 3 dB niższa od maksymalnej,
— dioda czerwona — wzmacniacz jest w ograniczeniu.

Charakterystyka zestawu jest superliniowa — pokrywa pasmo 30 Hz ÷ 20 kHz w kanale 3 dB. Jest oczywiste, że słuchanie takich gigantów daje wrażenie otoczenia muzyką. Zestawów tych można słuchać bez zmęczenia, przy dużych natężeniach dźwięku, jednocześnie dostrzegając wszystkie niuanse brzmienia.

Firma: Acoustat

Model: Spectra 22

Cena: 28 000 Fr (para)
Rozmiary: 165 (wys.) × 42 (szer.) × 5,5 (głęb.) cm
Moc: 200 W
Typ obudowy: płaski dipol elektrostatyczny



Amerykańska firma Acoustat specjalizuje się od 1974 r. w budowaniu zestawów elektrostatycznych najwyższej jakości stosując liczne specyficzne rozwiązania w celu uzyskania dobrej kierunkowości i dobrego sprzężenia ze wzmacniaczami. Ciekawostką jest, że firma rozpoczęła swą działalność w 1972 r. od wyprodukowania jako pierwsza na świecie hybrydowego wzmacniacza tranzytorowo-lampowego, specjalnie do sterowania zestawów elektrostatycznych. Wkrótce pojawił się szerokopasmowy moduł elektrostatyczny pomysłu Jamesa Steicklanda (założyciela i dyrektora firmy Acoustat) nieco podobny do zestawów firmy Janszen. Moduł jest zbudowany z siatek przewodów izolowanych, między którymi pracuje mylarova membrana. Ten moduł współpracował ze wzmacniaczem napięciowym (bez transformatora modulującego). W 1976 r. zestaw ten był rewelacją na skalę światową. Od początku lat osiemdziesiątych zestawy firmy Acoustat mogą już współpracować ze wszystkimi rodzajami wzmacniaczy dzięki zmontowanym w ich podstawie dwutorowym transformatorom Magne-Kinetic.

Prezentowany model Spectra 22 to panel o kształtowanej charakterystyce promieniowania w celu zapewnienia szerokopasmowego odtwarzania na dużej powierzchni bez strat sygnału. Jednym z problemów dużych, izodynamicznych paneli elektrostatycznych są charakterystyki kierunkowe o bardzo nieregularnych brzegach, często redukujące strefę odsłuchową do jednego, określonego punktu (trzeba wówczas ruszać głową, aby śledzić położenie solisty „skaczącego z jednego zestawu do drugiego" w zależności od wysokości odtwarzanej nuty). Praca dipolowa zmniejsza te niedogodności, ale nie zupełnie. Pozostają nadal pasożytnicze odbicia od ścian bocznych i tylnych pomieszczenia odsłuchowego. Firma Acoustat rozwiązała ten problem korzystając z rozwiązania firmy Quad zastosowanego w modelu ESL 63. Inżynierowie firmy Acoustat zaadaptowali je do paneli o dużej wysokości.

Zestaw Spectra 22 o wysokości 165 cm jest panelem lekko pochylonym do tyłu, możliwym do zasilania mono- lub dwutorowego (z subwooferem poniżej 100 Hz). Przetworniki są umocowane w drewnianej ramie; centralny panel ma szerokość 8,2 cm i wysokość 119 cm, boczne, o tej samej wysokości, mają szerokość 19 cm. Obydwa boczne przetworniki mają progresywnie ograniczane pasmo. W tym celu między siatkami jest naciągnięta membrana z mylaru pokryta powłoką przewodzącą. Napięcie polaryzacji wynosi 5000 V. Mimo, że tył zestawu jest wytłumiony filcem, odległość od tylnej ściany pokoju ma znaczny wpływ na jakość dźwięku — powinna ona wynosić nie mniej niż 1 m. Zestawy powinny być odchylone do tyłu pod kątem 2 ÷ 5°, a odległość słuchacza od zestawów ustawionych równolegle do strefy odsłuchu nie może być nie mniejsza niż 3 m.

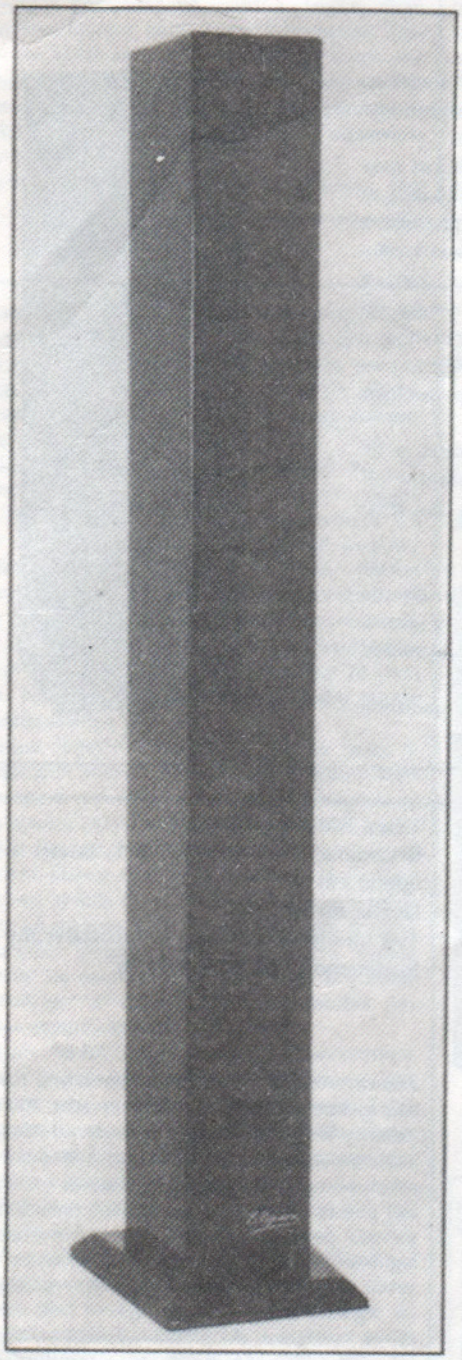
Współpracujący wzmacniacz powinien mieć moc co najmniej 100 W (4 Ω). Zestawy firmy Acoustat bardzo dobrze współpracują ze wzmacniaczami lampowymi lub MOS-Fetowymi zdolnymi do oddania dużego prądu do obciążenia, prądu, którego wartość znacznie się zmienia w funkcji częstotliwości.

Zestaw Spectra 22 ma wszystkie zalety dużych zestawów elektrostatycznych — pasmo przenoszenia subiektywnie bardzo regularne i wyważone, wspaniałe średnie tony oraz głębokie, pełne basy. Plan dźwiękowy jest bardzo przejrzysty, źródła dźwięku pozostają wyraźnie umiejscowione, a instrumenty mają swe rzeczywiste wymiary.

Firma: Elipson

Model: Colonne Design

Cena: 18 000 Fr (para — wykończenie czarny lakier)
12 200 Fr (para — wykończenie drewniane)
Rozmiary: 150 (wys.) × 15 (szer.) × 15 (głęb.) cm
Liczba torów: 3 (4 głośniki)
Impedancja: 8 Ω
Skuteczność: 90 dB/1 W/1 m



Od pewnego czasu firma Elipson zapowiadała zestaw głośnikowy do pracy przy umieszczeniu na podłodze, łatwy do wkomponowania w domowe wnętrze. Być może spoglądając czasami w stronę zestawów Beolab Penta duńskiej firmy Bang and Olufsen francuska firma Elipson przedstawiła w 1987 r. smukłe, o delikatnej elegancji zestawy Colonne Design. Są one nie tylko wyjątkowo oryginalne od strony wzorniczej, ale również w swojej koncepcji zestawu trójdrożnego z czterema głośnikami. Trzy głośniki są usytuowane na przedniej ściance zestawu — tweeter sąsiaduje z dwoma głośnikami 13-centymetrowymi. Czwarty głośnik, również 13-centymetrowy jest usytuowany poziomo w dolnej części zestawu i promieniuje przez otwór. Przegroda położona tuż nad głośnikiem wysokotonowym rozdziela zestaw na dwie części. Dwa głośniki niskotonowe (te poniżej tweetera) mają za obciążenie tę samą pojemność akustyczną — pośrednie promieniowanie głośnika dolnego odstraja go nieco od górnego, co w efekcie daje akustyczny filtr pasmowy dla najmniejszych częstotliwości.

Dwa głośniki niskotonowe są zasilane z filtru dolnoprzepustowego o częstotliwości około 450 Hz. Najwyżej położony głośnik średnioniskotonowy ma ograniczone pasmo od dołu przez pojemność obudowy i jest zasilany przez filtr dolnoprzepustowy o częstotliwości granicznej 5000 Hz. Tweeter jest zasilany z filtru górnoprzepustowego trzeciego rzędu. Pasywna linia opóźniająca sprawia, że głośnik wysokotonowy jest w tej samej fazie, co położony z nim na jednej płaszczyźnie głośnik średniotonowy. Taki typ filtracji ma na celu zapewnienie pracy łącznej trzech 13-centymetrowych głośników w zakresie aż do najmniejszych częstotliwości:

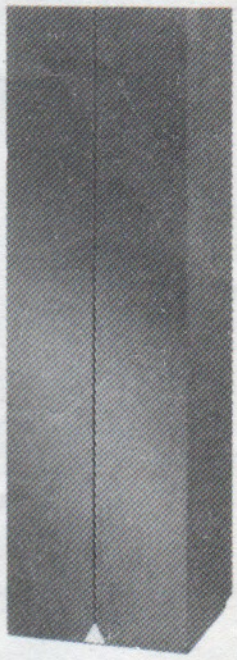
— ten znajdujący się w dolnej części obudowy, promieniuje dźwięk do 90 Hz,
— następny usytuowany na ściance przedniej do 450 Hz,
— najwyżej położony do 5000 Hz.

Taka konfiguracja zapewnia bardzo dokładną liniowość fazy. Pasmo przenoszenia jest bardzo równomierne i spada o 6 dB przy 40 Hz. Krzywa impedancji jest znakomicie równomierna w zakresie małych częstotliwości.

Już od pierwszych chwil odsłuchu dwie rzeczy stają się zauważalne — bardzo dobre wyważenie dźwięku oraz wielka otwartość na rodzaj muzyki. Zestawy te świetnie odtwarzają niskie tony, co wydaje się zdumiewające przy ich rozmiarach. Zestawy Colonne Design są przykładem znakomicie znalezionego kompromisu — w stosunku do obudów z głośnikami o dużych średnicach. Brakuje im być może nieco uderzenia, ale mogą stworzyć obraz dźwiękowy ze znakomitą dokładnością dźwięków i równowagą brzmienia.

Firma: Triangle
Model: Esprit

Cena: 8200 Fr (para)
Rozmiary: 84 (wys.) × 25 (szer.) × 25 (głęb.) cm
Moc szczytowa: 150 W
Impedancja: 8 Ω
Liczba torów: 2
Typ obudowy: bass-reflex
Skuteczność: 93 dB/1 W/1 m



Po sukcesie w 1987 r. małego zestawu Graphite właściciel firmy Triangle, Renaud de Vergnette, wprowadził na rynek kolejny zestaw Esprit kładąc nacisk na klarowność dźwięku, dynamikę, dużą rozdzielczość i subtelność brzmienia.

Eksprit jest systemem dwudrożnym, typu bass-reflex, którego tunel o średnicy 6 cm i głębokości 16 cm znajduje się w dwóch trzecich wysokości. (Jest zestrojony dla częstotliwości 50 Hz). Obudowa jest wykonana ze sklejki o grubości 22 mm. Głośnik średnioniskotonowy o symbolu T17FE ma średnicę 17 cm i jest produktem firmy Triangle. Jego membrana ma kształt bardzo otwarty, o profilu eksponencjalnym i jest wykonana z celulozy o krótkich włóknach, wzmocniona małymi zagięciami pokrytymi lakierem. W części środkowej, zamiast przykrywającej rdzeń kopułki znajduje się drugi stożek wypełniony pianką, polepszając charakterystykę dla większych częstotliwości. Zespół magnetyczny o średnicy 8,4 cm wytwarza w szczelinie pole magnetyczne o natężeniu 11 500 G. Głośnik wysokotonowy działa dopiero od częstotliwości 9 kHz, określonej filtrem o nachyleniu 6 dB/okt. Jest to znakomity tweeter DW 50 M z membraną z polimerów węglowych i z podwójnym obwodem magnetycznym zawierającym małe soczewski rozpraszające.

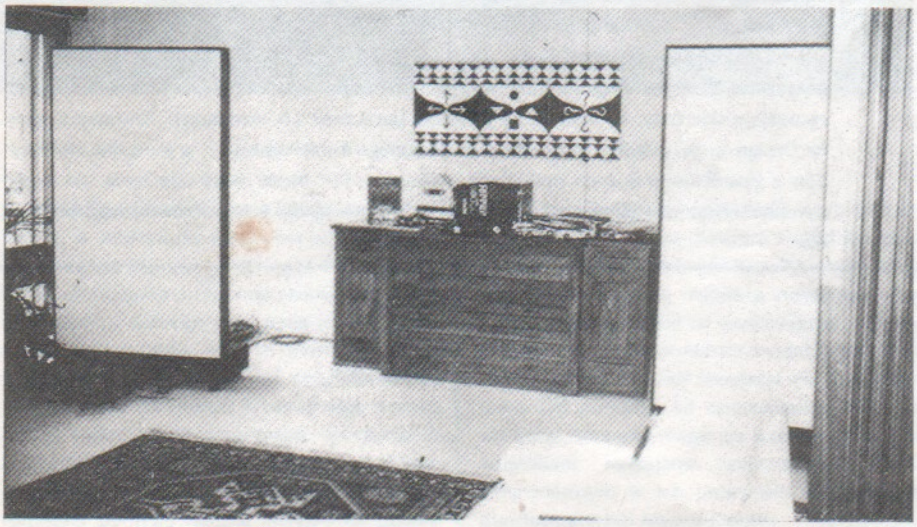
W kanale ∓3 dB zestaw Esprit odtwarza z osi głośników drgania od 80 Hz do 20 kHz. Przy odchyleniu o 30° można zauważyć mały spadek między 4 a 7 kHz, co stanowi bez wątpienia efekt membrany dwustożkowej. Poniżej 80 Hz następuje pewien spadek charakterystyki, niemniej dzięki otworowi w obudowie bass-reflex pasmo akustyczne słyszalne jest aż do 40 Hz.

Zestaw Triangle Esprit jest zestawem bardzo wyważonym, szczególnie poprawnie odtwarzającym tony średnie. Wyraźnie odbiera się wrażenie głębokości i wielowymiarowości dźwięku. Głosy są ciepłe i bardzo obecne. Czasem tony wysokie wydają się za bardzo eksponowane. Mimo dość dużej objętości obudowy basy spadają jednak dość szybko. Mankament ten jest w dużym stopniu zrównoważony znakomitą jakością „wysokich" basów, pozwalających śledzić linię rytmiczną utworu.

Dużą zaletą zestawów Esprit jest możliwość stworzenia pola dźwiękowego zawierającego żywą transmisję dźwiękową dającą złudzenie obecności na żywo w środku muzyki.

Firma: Sound Lab
Model: Audiophile A6 Super

Cena: 210 000 Fr (para)
Rozmiary: 208 (wys.) × 111 (szer.) × 10 (głęb.) cm
Liczba torów: 2
Typ obudowy: zestawy elektrostatyczne
Skuteczność: 88 dB/1 W/1 m



Zestawy Audiophile A6 są gigantycznymi panelami elektrostatycznymi, każde o wadze 150 kg. Zestawy lewy i prawy są symetryczne, każdy z nich zawiera wewnątrz przetwornik średniowysokotonowy. Z tyłu każdego zestawu na wielkiej podstawie znajdują się gniazda połączeniowe (do połączenia jedno- lub dwudrożnego), regulatory napięcia polaryzacji, „przejrzystości" sekcji wysokotonowej i trójpozycyjny przełącznik regulacji toru niskotonowego — 3 dB, 0, +3 dB (w stosunku do średniowysokotonowego). Wewnątrz bloku są umieszczone transformatory zasilające oraz modulujące. Ogromny impregnowany transformator zasilający poprzedza powielacze napięcia (zamontowane na płytkach szklano-epoksydowych i zalane klejem silikonowym) służące do wytwarzania niezależnych napięć polaryzacji. Wynoszą one: dla zestawu niskotonowego 10 000 V, zaś dla średniowysokotonowego 6800 V. Dwa oddzielne dla każdego toru transformatory modulujące są do odtwarzania mono łączone szeregowo.

Nowatorska część niskotonowa składa się z dwóch wielkich płaszczyzn o szerokości 80 cm i wysokości 180 cm ustawionych jedna za drugą i połączonych równolegle. Daje to zarówno bardzo dobre sprzężenie i optymalne tłumienie, jak też umożliwia osiągnięcie dużych, niespotykanych dotychczas poziomów dźwięku w zakresie najmniejszych cząstotliwości. Każda z płaszczyzn jest zmontowana w ciężkiej sztywnej ramie z elektrodami, które tworzy siatka z pionowych przewodów (w izolacji mogącej wytrzymać temperaturę około 100°C) umiejscowionych poprzecznymi listwami. Między dwoma ściankami z przewodów formującymi klasyczne siatki zestawów elektrostatycznych jest naciągnięta membrana z folii poliestrowej. Dwie płaszczyzny niskotonowe są połączone ze sobą rurkami przechodzącymi przez drewniane ramy zestawów.

Zespół średniowysokotonowy stanowią trzy panele ustawione pod kątem 20°, aby uzyskać optymalną charakterystykę promieniowania. Jego wysokość jest taka sama jak zestawu niskotonowego, a szerokość ma 20 cm. Każdą z dwóch siatek stanowią 24 pionowe przewody w izolacji. Membrana jest cieńsza niż w zestawie niskotonowym.

Wszystkie membrany są równomiernie pokryte proszkiem węglowym, aby były przewodzące. Przestrzeń między elektrodami oraz ich izolacja zapobiega rozbłyskom, nawet przy dużych wychyleniach membran. Wszelkie problemy rezonansów siatki przewodzącej zostały opanowane przez skuteczne klejenie do równoległych listewek.

Te wielkie zestawy wymagają ogromnego pomieszczenia odsłuchowego i ma znaczenie ustawienie ich w stosunku do ścian pomieszczenia. Rezultaty dźwiękowe przekraczają oczekiwania: dźwięk jest wierny, przejrzysty, lekki i klarowny. Można osiągnąć poziomy bliskie realiom koncertowym (nawet 138 dB!) bez kompresji właściwej większości zestawów elektroakustycznych, gdy dochodzą do granic swoich możliwości. Realizm sceny dźwiękowej i odtwarzania tonów najniższych jest zadziwiający, nie ma ani zniekształceń, ani „oddychania". Strefa wysokich tonów zadziwia zupełnym brakiem nieprzyjemnych rezonansów, a tony wysokie są w znakomitej harmonii ze średnimi i niskimi. Równowaga brzmienia jest idealna, czasem tylko można zauważyć minimalną dominację wysokich basów.

Taka perfekcja ma jednak swą cenę. Nie można zapomnieć, że absurdem byłoby umieszczenie tych zestawów w pomieszczeniu o powierzchni 20 m², a zestaw elektroakustyczny odpowiadający klasą tym zestawom kosztowałby z nimi chyba tyle, co małe mieszkanie w Paryżu.

Firma: Technics

Model: SB-RX50

Cena: 6500 Fr (para)
Rozmiary: 48 (wys.) × 30 (szer.) × 28,2 (głęb.) cm
Impedancja: 6 Ω
Skuteczność: 85 dB/1 W/1 m
Moc: 80 W
Liczba torów: 2
Typ obudowy: bass-reflex (otwór z tyłu obudowy)
Masa: 17 kg (jeden zestaw)

Przed kilku laty w laboratoriach firmy SONY wyprodukowano tworzywo o strukturze „plastra miodu", lekkie ale bardzo sztywne, pozwalające na wykonanie płaskiej membrany głośnikowej działającej jako tłok w szerokim zakresie częstotliwości.

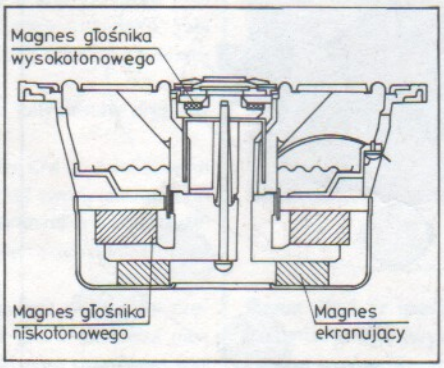
Taką płaską membranę o powierzchni 450 cm² można znaleźć w niskośredniotonowym głośniku małego zestawu SB-RX50 firmy Technics. Do jej wykonania wykorzystano materiał węglowy o firmowej nazwie „Pure cross-carbon". Jest on trwalszy i bardziej elastyczny niż aluminium (4 do 5 razy), a ponadto prędkość rozchodzenia się dźwięku w nim jest 1,3 razy większa niż w aluminium. Membrana ta ma średnicę 24 cm i tak jest ustawiona, że zamyka sobą stożek standardowego głośnika.

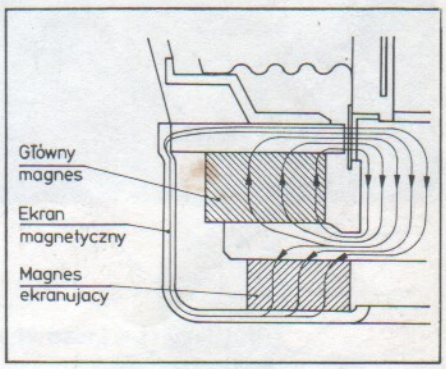
Zestaw SB-RX50 przewidziany jest do pracy w systemach audiowizualnych. Jak wiadomo konwencjonalnych głośników z silnymi magnesami nie można ustawiać w pobliżu odbiornika telewizyjnego, gdyż na jego ekranie pojawiają się barwne plamy. Aby temu przeciwdziałać niskotonowy głośnik firmy Technics jest wyposażony w drugi magnes, zamykający linie pola magnetycznego magnesu głównego, dzięki czemu tworzy się ekran magnetyczny (**rys. 1**). Zestaw głośnikowy o takiej konstrukcji można bez obaw usytuować obok telewizora.

Zestaw SB-RX50 jest nazwany „koncentrycznym", ponieważ głośnik wysokotonowy jest umieszczony w środku niskotonowego. Takie rozwiązanie stwarza „punktowe" źródło dźwięku — podobnie jak to ma w rzeczywistości miejsce z grającym instrumentem.

Głośnik wysokotonowy o średnicy 2,8 cm ma magnes wykonany z kobaltu. Przy tych samych rozmiarach daje on sześciokrotnie większe natężenie pola magnetycznego niż magnes ferrytowy. Aby uzyskać dobrą charakterystykę w zakresie wielkich częstotliwości i dobre parametry dynamiczne membrana tego głośnika jest wykonana z miki. **Rysunek 2** przedstawia przekrój głośników zestawu SB-RX50.

W zwrotnicy o częstotliwości podziału 2,2 kHz zostały zastosowane wyselekcjonowane kondensatory polipropylenowe, a połączenia wewnątrz obudowy są wykonane przewodami z beztlenowej miedzi krystalicznej. W celu uniknięcia deformacji dźwięku na ostrych krawędziach obudowy, jej przednie krawędzie są zaokrąglone.





Charakterystyka częstotliwości jest bardzo liniowa aż do 50 Hz, brzmienie jest bardzo neutralne i nigdy nie męczące. Zestawy te zadziwiają neutralnością dźwięku, dużą dynamiką jak na tak małe rozmiary i znakomitym bogactwem harmonicznych.

Firma: Stereolith

Model: Duetto

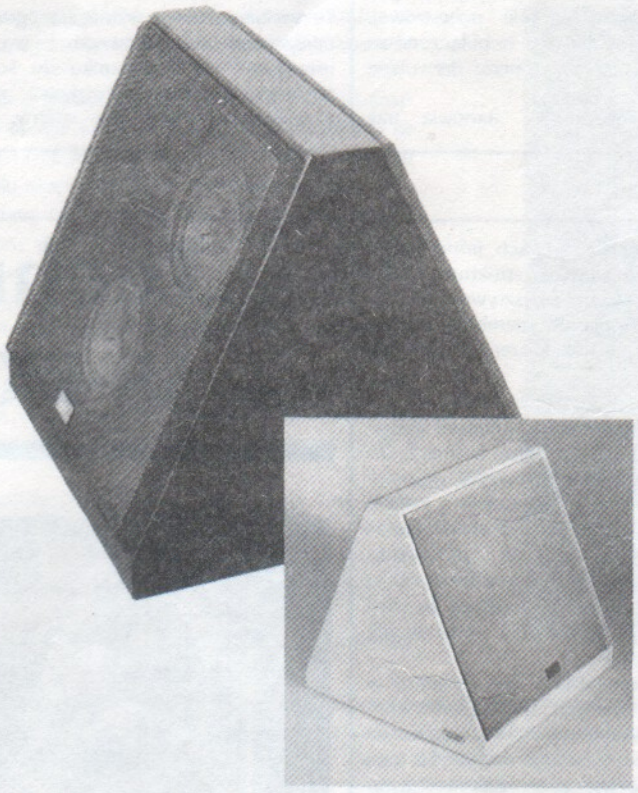
Cena: 4499 Fr (zestaw stereofoniczny)
Rozmiary: 40 (wys.) × 40 (szer.) × 40 (głęb.) cm
Impedancja: 2 × 8 Ω
Liczba torów: 2 × 2
Skuteczność: 88 dB/1 W/1 m

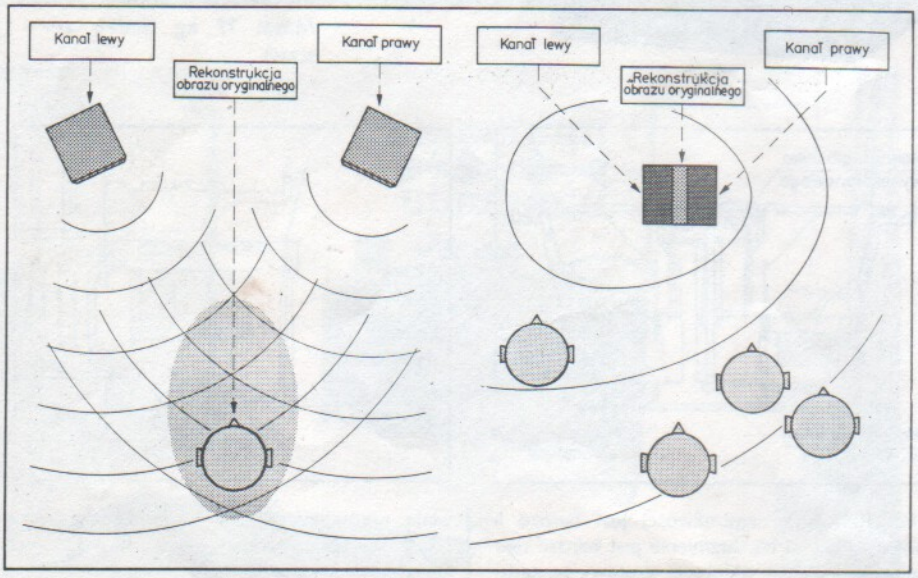
Szwajcarski akustyk, Walter Schupbach, zaproponował zupełnie nowy system głośnikowy, który zapewne stanie się kolejnym osiągnięciem na drodze do uzyskania wierności odtwarzania stereofonicznego. Wyszedł on z oczywistego założenia, że przecież w warunkach rzeczywistych dźwięk instrumentu nie pochodzi z dwóch odległych od siebie miejsc, jak to się dzieje w wypadku zastosowania dwóch zestawów przy odtwarzaniu stereofonicznym muzyki. Zaproponował więc jeden dwukanałowy zestaw stereofoniczny w kształcie małej piramidy, promieniującej dźwięki w przeciwnych kierunkach. W ten sposób powstał obraz dźwiękowy charakteryzujący się dużą dokładnością i stabilnością, niezależnie od miejsca przebywania słuchacza w audytorium. W stosunku do systemu z dwoma zestawami głośnikowymi miejsce przebywania słuchacza między zestawami jest przy słuchaniu w systemie Duetto dużo mniej krytyczne. Dźwięk zachowuje w stosunkowo dużym obszarze swój prawdziwy wymiar umożliwiając bardzo dokładne umiejscowienie poszczególnych instrumentów.

System Stereolith nie odtwarza wyłącznie lewego i prawego kanału emisji stereofonicznej ale tworzy przestrzenną bazę dźwięku. Poszczególne obrazy dźwiękowe powstają podobnie jak w sali koncertowej.

System Duetto składa się z dwóch par głośników zamocowanych na przeciwległych bokach piramid. Każdą z par tworzą głośniki kanału lewego i prawego sprzężone akustycznie, aby stworzyć matrycę emisji stereofonicznej. W zależności od tego, czy źródło dźwięku znajduje się z lewej czy prawej, strony ciśnienie akustyczne, które rodzi się po jednej stronie, łączy się z odpowiadającym mu ciśnieniem akustycznym strony przeciwnej. Podczas propagacji obie fale dźwiękowe łączą się tworząc czoło wynikowej fali, której kierunek propagacji pokrywa się z prostotą przechodzącą przez zestaw (**rys.**). Dzięki takiemu przestrzennemu uformowaniu czoła fali akustycznej zawiera ona informacje, które uwalniają słuchacza od konieczności zajmowania określonego miejsca przy odsłuchu.

Produkcją i dystrybucją systemu Stereolith zajęła się szwajcarska firma Studer-Revox znana z surowych kryteriów przy ocenie jakości dźwięku swoich wyrobów. Proponuje ona, aby wzbogacić brzmienie systemu w zakresie najmniejszych częstotliwości uzupełnienie go zestawem Piccolo-Bass lub Power Cube firmy Revox.





Firma: B & W (Bowers and Willkins)

Model: Matrix Tower CM 1/CM 2

Zasada usztywniania obudowy i obciążenia z progresywnym tłumieniem fali tylnej została zastosowana przez B and W pod nazwą Matrix w zestawach 801 SERIE II, jak również w Mini Matrix CM 1 i jego trójdrożnej wersji CM 2.

Wewnętrzna struktura usztywniająca w kształcie skrzynki na butelki okazała się po analizie komputerowej optymalną do wytłumienia niepożądanych wibracji ścianek. Dzięki materiałom tłumiącym umieszczonym w każdej „komórce" struktury posożytnicze drgania zostały skasowane.

Od początku firma B and W kładła duży nacisk na wspomaganie komputerowe. Grupa zestawów głośnikowych opracowanych w oparciu o współczesne oprogramowanie informatyczne (autorstwa B and W) ma nazwę CONCEPT 90 SERIE.

Pierwszym zestawem tej serii był mały dwudrożny zestaw CM 1, do którego dołączył MINI MATRIX TOWER CM 2 będący połączeniem średniowysokotonowego CM 1 i subwoofer w kształcie kolumny.

Na pierwszy rzut oka ten zestaw różni się znacznie od innych smukłością oraz ciekawie usytuowanymi dwoma głośnikami niskotonowymi promieniującymi do tyłu. Technika komputerowa umożliwiła optymalizację obciążenia tandemu dwóch głośników pracujących w objętości tylko 14 litrów. Wewnętrzna struktura zestawu jest wykonana według założeń MATRIX i zapewnia pochłanianie fali tylnej przez płaty pianki przyklejonej do ścianek obudowy. W połowie głębokości obudowy dodatkowa perforowana ścianka pianowa spina ścianki boczne, aby uzupełniająco zwiększyć jej sztywność. Obciążenie bass-reflex, optymalizowane w funkcji charakterystyk dwóch głośników niskotonowych, zawiera tubę strojącą o głębokości 17,5 cm z otworem o średnicy 5 cm.

Dwa trzynastocentymetrowe głośniki niskotonowe produkcji B and W mają membrany eksponencjalne z materiału syntetycznego, a zawieszenie z syntetycznego kauczuku. Magnes o średnicy prawie takiej jak średnica membrany (10,5 cm) wytwarza wokół cewki o średnicy 2,7 cm pole o natężeniu 11 000 G. Kosz z lekkiego stopu jest połączony z obudową przez kauczukowe uchwyty typu „silent-block". Charakterystyka CM 2 pokrywa zakres częstotliwości 33 ÷ 150 Hz. Powyżej tego zakresu pracuje zestaw CM 1, wykorzystany tu jako fragment średniowysokotonowy, a nie szerokopasmowy. Jest on przymocowany do części niskotonowej wspornikiem przez bloki kauczukowe, aby zminimalizować wpływ wibracji niskotonowych na system CM 1.

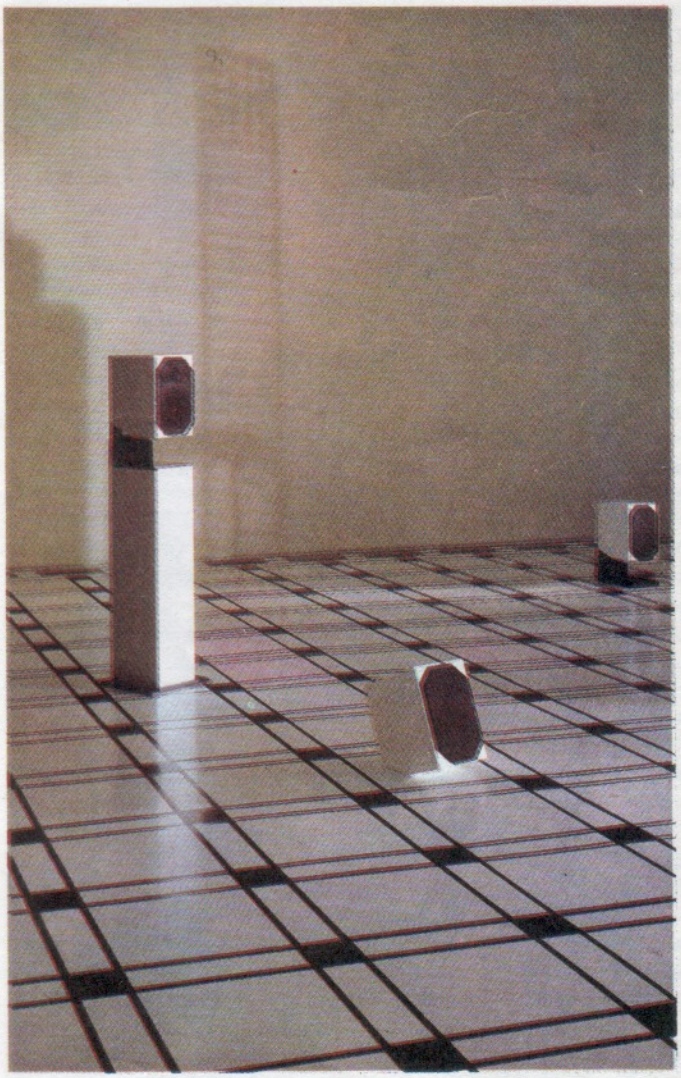
CM 1 jest systemem dwudrożnym z głośnikiem średnioniskotonowym o średnicy 12,6 cm i tweeterem z metalową kopułką o średnicy 2,6 cm. Głośnik niskotonowy pracuje w obudowie zamkniętej z wewnętrzną strukturą MATRIX z włókien szklanych. Jego membrana jest wykonana z plecionki z włókien szklanych (to specjalność firmy B and W, która jako jedna z pierwszych doceniła lekkość i sztywność tego materiału). Taki sam jak w CM 2 jest obwód magnetyczny oraz bardzo miękkie zawieszenie zewnętrzne.

Tweeter ma metalową kopułkę o średnicy 2,7 cm, a cały zestaw drgający waży 0,33 g.

Wieloelementowy filtr, usytuowany na dole zestawu CM 2, dzieli pasmo przy częstotliwości 150 Hz z tłumieniem 12 dB/okt. od strony zestawu niskotonowego i 18 dB/okt. od strony średnioniskotonowej. Wewnątrz zestawu CM 1 znajduje się kolejny filtr o takich samych nachyleniach przy częstotliwości podziału 2,5 kHz.

Charakterystyka częstotliwości CM 1 jest bardzo liniowa w zakresie częstotliwości 200 Hz ÷ 20 kHz (− 3 dB), a subwoofer CM 2 rozszerza pasmo częstotliwości do 40 Hz. Promieniowanie do tyłu tego ostatniego wymaga dobrania położenia zestawów w stosunku do ścian pokoju w zależności od powierzchni pomieszczenia.

W stosunku do głośników niskotonowych o dużych średnicach BW CM 2 dają wrażenie łatwiejszego śledzenia linii melodycznej, ich dźwięk jest bardziej jasny, a instrumenty akustyczne zyskują na bogactwie barwy i wierności uderzeń. Poza znakomitymi basami wielką zaletą CM 2 jest zdolność stworzenia wspaniałego obrazu trójwymiarowego i szerokiej strefy odsłuchowej, w której można się poruszać bez zmian perspektywy dźwiękowej. Zestawy CM 1 i CM 2 będą odpowiadały tym, którzy szukają małych zestawów wolnostojących z głębokimi basami o korzystnej relacji ceny do jakości.



Cena: 9980 Fr (para)
Rozmiary: 995 (wys.) × 16 (szer.) × 21 (głęb.) cm
Liczba torów: 3
Liczba głośników: 4
Impendancja: 8 Ω
Skuteczność: 85 dB/1 W/1 m

Firma: Allison

Model: IC20

System IC20 jest efektem wielu lat doświadczeń i przemyśleń Roy'a Allison i Edgara Villchur. Stanowi on syntezę ich idei dotyczących zestawu uniwersalnego działającego w pokoju o średnich rozmiarach bez ograniczenia poziomu dźwięków najniższych i z możliwością regulacji pola dźwiękowego zarówno w zależności od akustyki pomieszczenia, jak też od odsłuchiwanego utworu.

Zestaw IC20 jest kolumną o wysokości 122 cm, o podstawie trapezowej, której ścięte boki służą z kolei za podstawy ścianek dwóch trójdrożnych systemów, każdy zawierający po pięć głośników. Taka szczególna konfiguracja umożliwia zmianę pola akustycznego przez włączenie albo tylko „ścian zewnętrznych, albo wewnętrznych" lub też wszystkich razem.

Zamknięta obudowa pozwala dwu głośnikom niskotonowym pracować w systemie push-pull. Te dwa głośniki o średnicy 25,4 cm są usytuowane na samym dole zestawu. Jeden z nich na lewej ściance zestawu jest zamocowany odwrotnie niż na prawej obwodem magnetycznym i koszem na zewnątrz, w cylindrze o średnicy głośnika. Elektrycznie jest on połączony w przeciwfazie, aby zmniejszyć parzyste harmoniczne (aż do −10 dB przy dużych poziomach głośności). W efekcie jednak akustyczne głośniki pracują synfazowo.

Obwód magnetyczny ma średnicę 12 cm, membrana jest wykonana ze wzmacnianej celulozy. Sztywność stożka wzmacniają trzy koncentryczne przetłoczenia pierścieniowe. Cewka o średnicy 38 mm ma wychylenie maksymalne 7,5 mm.

Cztery kopułkowe gośniki średniotonowe po dwa na każdej ze ścianek, rozdzielone tweeterami zaczynają pracować powyżej 350 Hz. Głośniki średniotonowe o średnicy 8,9 cm mają membrany o znanym profilu typu „convex". Kopułka nie jest regularna, ale rozszerza się płasko aż do zewnętrznego zawieszenia. Takie rozwiązanie oddala problem załamań oraz eliminuje rezonanse powstające w szczycie kopułki. Powierzchnia membrany jest lakierowana, a cewka, nawinięta na odpornym na temperaturę karkasie jest zawieszona w tłumiącym ferrofluidzie, świetnie odprowadzającym ciepło.

Głośniki wysokotonowe również w liczbie 4 o podobnym kształcie membran pracują powyżej 3750 Hz. Ich cewki są zawieszone w materiale tłumiącym wytworzonym na bazie silikonu. W tylnej części zestawu znajdują się zaciski, które umożliwiają oddzielne zasilanie torów: niskotonowego i średniowysokotonowego. W górnej części zestawu są umieszczone przełączniki do ręcznego lub automatycznego (za pomocą zdalnego sterowania) włączania konfiguracji pracy zestawów oraz wyboru jednego z kanałów stereofonicznych. Za pomocą małego nadajnika można indywidualnie przełączać każdy z zestawów tak, aby pracowały: ścianki zewnętrzne, wewnętrzne, obydwie symetrycznie lub w sposób asymetryczny. W ten sposób wpływa się nie tylko na kierunkowość, ale przede wszystkim na rozkład spektralny. Diody świecące w górnej części zestawu informują o aktualnym rodzaju pracy. Zestawy IC20 osiągają łatwo dźwięk o częstotliwości 37 Hz (a 25 Hz przy spadku tylko o 5 dB). Ich moc szczytowa jest ogromna — przekracza 1000 W (przez 200 ms). System zabezpieczeń oparty na rezystorach bistabilnych w gałęziach filtrów chroni przetworniki przed awarią.

Zestawy IC20 są wielkim sukcesem firmy Allison. Efekt przestrzenny odtwarzanego dźwięku jest znakomity. Ma się wrażenie, że ściany pokoju zniknęły — źródła dźwięku pozostają znakomicie uwypuklone. Ogromne możliwości dynamiczne jeszcze ten efekt powiększają. Zadziwiające jest, jak wiele dźwięków poniżej 80 Hz można jeszcze usłyszeć. Nawet przy bardzo dużym wzmocnieniu bardzo silne uderzenie tonów najniższych jest czyste i nie słyszy się drżenia membran. Zmienne pole dźwiękowe daje znakomite rezultaty. Przy grze małych zespołów smyczkowych najlepsze efekty daje włączenie tylko paneli wewnętrznych. Przy słuchaniu orkiestry symfonicznej — włączenie wszystkich czterech ścian daje wrażenie sali koncertowej. Możliwość przenoszenia instrumentów z jednej strony na drugą daje złudzenie przebywania wewnątrz orkiestry. W większości wypadków to ostatnie ustawienie daje najlepsze rezultaty.

Cena: 68 000 Fr (para)
Rozmiary: 122 (wys.) × 53 (szer.) × 30,5 (głęb.) cm
Typ obudowy: zamknięta
Moc: 140 W
Liczba torów: 3
Liczba głośników: 10
Impedancja: 8 Ω
Skuteczność: 87 dB/1 W/1 m

Firma: AESD

Model: Harmonie 3100A

Cena: 179 200 Fr (para)
Rozmiary: 175 (wys.) × 59,5 (szer.) × 50,5 (głęb.) cm
Liczba torów: 3
Typ obudowy: bass-reflex — zestaw aktywny

AESD — Acoustique Electronique Serge Duray jest młodą firmą, która mimo to nie zawahała się zaproponować już na początku swej kariery zestawów aktywnych za blisko 180 000 fr. Okazało się jednak, że nie jest to zwykły wybryk szaleńca audio ale jedno z nawyższych osiągnieć elektroakustyki francuskiej.

Ważący 130 kg zestaw składa się z systemu niskotonowego, na którym jest osadzona „głowica" średniowysokotonowa. Prostopadłościenna obudowa niskotonowa ma wysokość 115 cm. Dzięki wielu wewnętrznym wzmocnieniom osiągnęła znakomitą sztywność. Trzydziestoośmiocentymetrowy głośnik firmy Davis-Acoustics o membranie z włókien węglowych znajduje się w górnej części 200-litrowego zestawu. W dolnej części ścianki przedniej umieszczono dwa prostokątne otwory bass-reflex.

Zestaw średniowysokotonowy ma kształt oktagonalny — idealny z punktu widzenia kryteriów dla charakterystyk częstotliwości oraz kierunkowości promieniowania. Głośnik średniotonowy pochodzi również z firmy Davis Acoustics, jest to mianowicie 20-centymetrowy model 0KLV8DF z membraną z kevlaru. Głośnik wysokotonowy — to słynny japoński Fostex T925.

Wewnątrz obudowy niskotonowej znajduje się zespół urządzeń elektronicznych o masie bez mała 30 kg, zawierający trzytorowy filtr aktywny oraz trzy wzmacniacze mocy, każdy zasilany z oddzielnego zasilacza.

Mostkowy wzmacniacz toru niskotonowego o mocy 200 V może dostarczać w szczytach 450 W. Jego zasilacz zawiera ogromny transformator toroidalny o mocy 500 VA i pojemności filtrujące o wartości 130 000 µF. Wzmacniacz ten jest superstabilny: do około 30 W pracuje w czystej klasie A i ma czas narastania 1 µs (dla 10 kHz).

Wzmacniacz toru średniotonowego ma moc 90 W (175 W w szczycie) a wysokotonowego 40 W, zaś parametry dynamiczne podobne do wzmacniacza niskotonowego.

Filtr aktywny o nachyleniach 24 dB/okt jest skompensowany fazowo i zasilany niezależnie. Częstotliwości podziału wynoszą: 350 Hz oraz 5,5 kHz. Każdy tor ma oddzielne zabezpieczenie elektroniczne za pomocą układów odłączających i bepieczników.

Znakomite jest wzornictwo oraz wykończenie tego zestawu. Dość powiedzieć, że wykonanie jednej pary zestawów wymaga 1000 godzin pracy.

Ze względu na swe rozmiary zestawy Harmonie 3100 A muszą pracować w pomieszczeniu odsłuchowym o dużej powierzchni — na pewno większym niż 50 m² — aby słuchacze mogli być na tyle oddaleni od zestawów, by nie wyczuwali odległości między głośnikami w zestawie. Dzięki regulacjom amplitudy w filtrze aktywnym może osiągnąć bardzo dobrą równowagę brzmienia w danym pomieszczeniu.

Tony niskie są ekspresyjne i bogate — kontrabas pojawia się naturalnie i głęboko. Tony średnie są bardzo czyste i przejrzyste nawet przy wielu instrumentach jednocześnie. Tony wysokie są bardzo spójne ze średnimi. Najlepsze rezultaty daje ustawienie zestawów wzajemnie równolegle — wtedy dźwięk jest klarowny, nieagresywny i zupełnie niezniekształcony.

Firma: Vieta

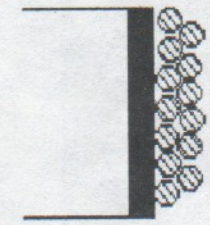
Model: L'Orfeo Prestige

Cena: 6900 Fr (para)
Rozmiary: 80,6 (wys.) × 22 (szer.) × 22 (głęb.) cm
Typ obudowy: bass-reflex
Moc: 80 W
Impedancja: 8 Ω
Liczba torów: 2
Skuteczność: 87,5 dB/1 W/1 m

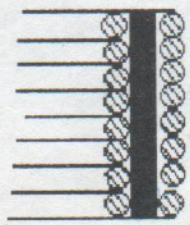
Słynny hiszpański konstruktor Vieta posiada znakomitą renomę jako producent głośników, przede wszystkim w zakresie produkcji membran z czystej bawełny, których jest jedynym producentem. Zalety tego materiału to znakomita liniowość odtwarzanej charakterystyki upraszczająca filtrację, małe zabarwienie dźwięku oraz mała masa przy dużej sztywności.

Przy wytwarzaniu przetworników Vieta używa się dość szczególnego sposobu nawijania cewek. W typowych rozwiązaniach cewkę stanowią dwie lub trzy warstwy przewodu miedzianego nawinięte na zewnętrznej części karkasu **(rys. 1)**. Niedogodnością takiego rozwiązania jest przemieszczanie się zwojów przy wzroście temperatury, które może doprowadzić do odklejenia się cewki. W systemie Vieta jedna z warstw jest nawinięta na zewnętrznej, a druga wewnątrz aluminiowego karkasu **(rys. 2)**. Ponieważ karkas znajduje się między warstwami cewki, może dostosować się do wszystkich zmian geometrycznych wynikających z nagrzania. Dzięki temu powstają znakomite możliwości dynamiczne (w kontekście dopuszczalnych strat mocy) bez powstania niebezpieczeństwa odkształceń czy awarii. Szczególny sposób klejenia cewki do membrany uzupełniony bardzo wnikliwą kontrolą na wszystkich stadiach produkcji zapewnia bardzo wysoką niezawodność gwarantującą bezawaryjną pracę „do końca życia" zestawu.

L'Orfeo Prestige jest następcą zestawu Orfeo stworzonego po raz pierwszy w kształcie obelisku przez firmę Vieta w połowie 1984 r. Forma obelisku ma wiele zalet: zestaw zajmuje mało miejsca, dobrze promieniuje na boki, a brak równoległych ścianek zapobiega wewnętrznym rezonansom. Zestaw jest wyposażony w dwa głośniki średnioniskotonowe o średnicy 13 cm oraz głośnik wysokotonowy produkcji skandynawskiej. Cztery zaciski (złocone) umożliwiają podłączenie aktywne zestawu. Przy podłączeniu standardowym filtracja elektryczna o nachyleniu 6db/okt dotyczy wyłącznie tweetera; dwa głośniki niskotonowe są połączone wówczas równolegle bezpośrednio do wzmacniacza. Jest to możliwe dzięki naturalnej charakterystyce dolnoprzepustowej membrany z bawełny. Nieobecność szeregowej cewki w filtrze nie tłumi mikroinformacji często gubionych przez filtry i rotacja fazy prawie nie istnieje. Połączenia wewnętrzne są wykonane przewodem najwyższej klasy firmy Van den Hull o przekroju 3,5 m².



rys 1



rys 2

Zestaw jest wykonany bardzo estetycznie, wykończony czarnym lakierem na sposób chiński na pewno łatwo da się zaadaptować w mieszkaniu.

L'Orfeo Prestige z łatwością wytwarza szeroki obraz dźwiękowy o zaskakującej głębi. Dynamika jest znakomita, zwłaszcza jeśli wziąć pod uwagę średnicę głośników, a osiągane poziomy natężenia dźwięku mogą zagrozić spokojowi sąsiadów. Duża wierność dźwiękowa L'Orfeo umożliwia odtworzenie rzeczywistych brzmień takich instrumentów, jak gitara czy skrzypce (często je wyolbrzymiają). Wyważenie barwy dźwięku daje wrażenie lekkiej tendencji „fizjologicznej" — co stwarza bardzo miły komfort słuchania. Jest to wspaniały zestaw w relacjach jakość — estetyka — cena.

Firma: Rogers

Model: BBC – LS7T

Cena 9190 Fr (para)
Rozmiary: 28 (szer.) × 55 (wys.) × 27 (głęb.) cm
Typ obudowy: bass-reflex
Impedancja: 8 Ω
Liczba torów: 2
Skuteczność: 89,5 dB/1 W/1 m

LS7T jest jednym z ostatnich osiągnięć brytyjskiej firmy ROGERS, która od pewnego czasu konstruuje zestawy coraz bardziej dynamiczne, z coraz to lepszą skutecznością, zachowując zarazem legendarną już liniowość, którą tak sobie cenią profesjonalni realizatorzy dźwięku (szczególnie BBC).

Aby osiągnąć takie wyniki inżynierowie firmy ROGERS nie przebierali w środkach: przetworniki wyposażone są w gigantyczne systemy magnetyczne — podwójne dla tweetera — w tytanową kopułkę w głośniku wysokotonowym oraz w polipropylenową membranę głośnika niskotonowego najnowszej generacji.

LS7T jest systemem dwudrożnym o względnie niewielkich gabarytach (pojemność obudowy 42 litry), wykonanym z płyt o grubości 22 mm, wewnątrz wytłumionym trzymilimetrowymi płytami bitumicznymi.

Obciążenie bass-reflex jest realizowane za pomocą bardzo dużego kanału o średnicy 70 mm i głębokości 130 mm. Aby uniknąć efektów turbulencji otwór na wyjściu ma profil lekko eksponencjalny. Wnętrze zestawu jest wytłumione klinami z pianki plastikowej, podobnymi jakie można znaleźć na ściankach w studiach nagraniowych lub komorach bezechowych.

Zestaw LS7T może być podłączony do jednego wzmacniacza jednym kablem lub dwoma — oddzielnie do każdego toru lub w konwencji bi-amp. Skomplikowany filtr zawiera trzy cewki na rdzeniach ferrytowych, cztery kondensatory i sześć rezystorów, a połączenia z głośnikami są wykonane grubym przewodem wysokiej jakości.

Głośnik średnioniskotonowy to ROGERS 2187 z przezroczystą membraną polipropylenową o profilu eksponencjalnym. Ta lekka i pozbawiona elementów węglowych membrana nie wprowadza zakolorowań dźwięku. Jej zewnętrzne zawieszenie jest wykonane z kauczuku syntetycznego, ma okrągły profil i umożliwia liniowe odchylenie w granicach ±2 cm. Przewody połączeniowe cewki nie są dołączone do płytki z zaciskami ale tworzą mostki bezpośrednio przyklejone do ostatniego zwoju resora (tworząc punkty połączeniowe) co zapobiega ich przerwaniu przy dużych wychyleniach membrany. Cewka jest nawinięta przewodem miedzianym na wysokotemperaturowym karkasie o średnicy 3,2 cm. Jak na głośnik o średnicy 21 cm system magnetyczny jest niespotykanie potężny — jego średnica wynosi 10,5 cm, zaś grubość 2,5 cm. Ten magnes o masie 1,2 kg wytwarza w szczelinie pole magnetyczne o natężeniu 11 500 G (co ma bezpośredni wpływ na charakterystykę impulsową głośnika). Centralna kopułka jest wykonana z przezroczystego akustycznie materiału i minimalizuje efekty wnekowe przy rdzeniu magnetycznym oraz pasożytnicze rezonanse.

Tweeter o kopułce tytanowej produkcji firmy MB ma podwójny obwód magnetyczny złożony z dwóch ferrytów o średnicach 7,2 cm. Drugi obwód magnetyczny zwiększa nieco strumień magnetyczny w szczelinie ale główną jego funkcją jest ukierunkowanie pola magnetycznego w stronę cewki tak, aby nie było strat energii na zewnątrz. Charakterystyka impulsowa jest znakomita, a zniekształcenia harmoniczne, zwłaszcza parzyste bardzo małe.

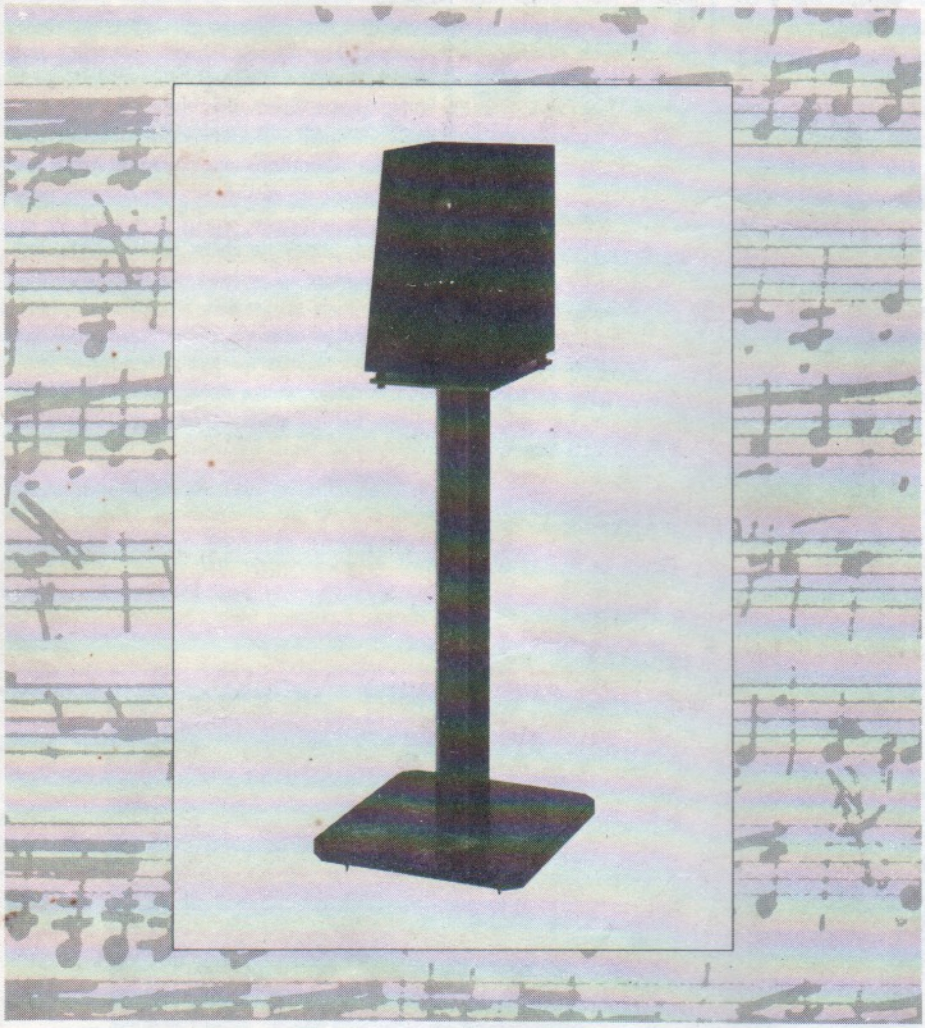
Konstrukcja LS7T po raz kolejny potwierdza tezę, że dobry zestaw musi być skonstruowany z dobrych głośników. W zestawie firmy ROGERS dwa przetworniki elektrodynamiczne są najwyższej klasy, a sztywna świetnie wytłumiona obudowa i do perfekcji doprowadzony filtr uzupełniają ten system, który prezentuje najwyższą jakość zarówno podczas pomiarów jak i przy odsłuchu. Charakterystyka częstotliwości jest idealnie płaska bez żadnych rezonansów tytanowej kopułki, obciążenie bass-reflex jest również idealne, a promieniowana przez otwór energia dla najmniejszych częstotliwości wykazuje dla 40 Hz spadek zaledwie o −2 dB (!)

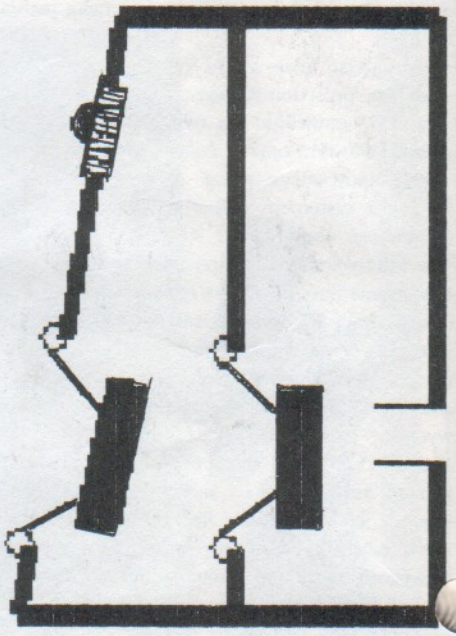
Charakterystyka fazy jest bliska idealnej, a odpowiedź impulsowa potwierdza idealne tłumienie głośnika niskotonowego. Firma ROGERS od początku przyzwyczaiła swoich klientów do zestawów o znakomitej neutralności brzmieniowej i znamionach zestawów studyjnych. LS7T to jeden z nielicznych zestawów, których brzmienie zbliża się do ideału. Jest to warte podkreślenia, tym bardziej, że są to zestawy o średnich wymiarach i cenie. Wszystko w nich wydaje się optymalne. Stopień neutralności brzmienia jest wyjątkowy (nie trzeba ustawiać ich w rogach pokoju, aby polepszyć poziom niskich tonów). Dźwięk nie jest uwięziony w głośniku, a wysokość tonów można śledzić z wielką dokładnością. Te zestawy umożliwiają słuchanie muzyki bardzo analitycznie i realistycznie; są wielkim osiągnięciem pośród zestawów typu, nazwijmy go bibliotecznego, które przy małej objętości zapewniają wrażenie dużej wierności.

Firma: Pierre Etienne Léon

Model: Quattro

Cena: 6450 Fr (para)
Rozmiary: 30 (wys.) × 18 (szer.) × 26 (głęb.) cm
Typ obudowy: autoregulacja akustyczna
Liczba torów: 2
Liczba głośników: 3
Moc: 60 W
Impedancja: 8 Ω
Skuteczność: 89 dB/1 W/ 1 m





Ostatnie dzieło firmy Pierre Etienne Léon to zestaw o małych rozmiarach zdolny odtwarzać znaczne moce z małymi zniekształceniami. Jak pozostałe modele firmy P.E. Léon jest zbudowany w oparciu o zasadę zespolonego obciążenia dwóch głośników umieszczonych jeden za drugim tak, że pierwszy jest obciążony obudową zamkniętą, a drugi obudową bass-reflex z otworem z tyłu (patent wo 76010 93) (**rys.**).

Quattro jest małym zestawem dwudrożnym. Ścianka przednia jest nieznacznie pochylona do tyłu, aby zapewnić korelację fazy między głośnikiem średnioniskotonowym, a wysokotonowym. Obudowa jest bardzo sztywna, wykonana ze sklejki o grubości 22 mm. Wewnętrzna przegroda będąca ścianką nośną drugiego głośnika niskotonowego dodatkowo wzmacnia sztywność obudowy.

Dwa głośniki niskotonowe, umieszone jeden za drugim, są identyczne. Mają średnicę 14 cm. Są one produktem norweskim. Polipropylenowe membrany są wzmocnione włóknami węglowymi, a zewnętrzne zawieszenie jest wykonane z syntetycznego kauczuku i umożliwia wychylenia membrany w granicach ±3 mm. Wewnątrz obwodu magnetycznego o masie 1 kg i średnicy 9,6 cm jest wytworzone pole magnetyczne o natężeniu 12500 G, w którym porusza się cewka o średnicy 26 mm i wysokości 8 mm.

Głośniki niskotonowe pracują aż do 2800 Hz, po czym odcina je filtr o nachyleniu 6 dB/okt.

Drugi głośnik niskotonowy pracuje w obudowie bass-reflex, z otworem o średnicy 4 cm i głębokości 5 cm dostrojonym do częstotliwości 80 Hz. Tweeter z kopułką aluminiową o średnicy 2,5 cm pochodzi również z Norwegii.

Charakterystyka częstotliwości zestawu Quattro ma przebieg lekko fizjologiczny z podbiciami około 3 dB między 120÷300 Hz oraz 6 dB przy 12,5 kHz (w odniesieniu do 1 kHz).

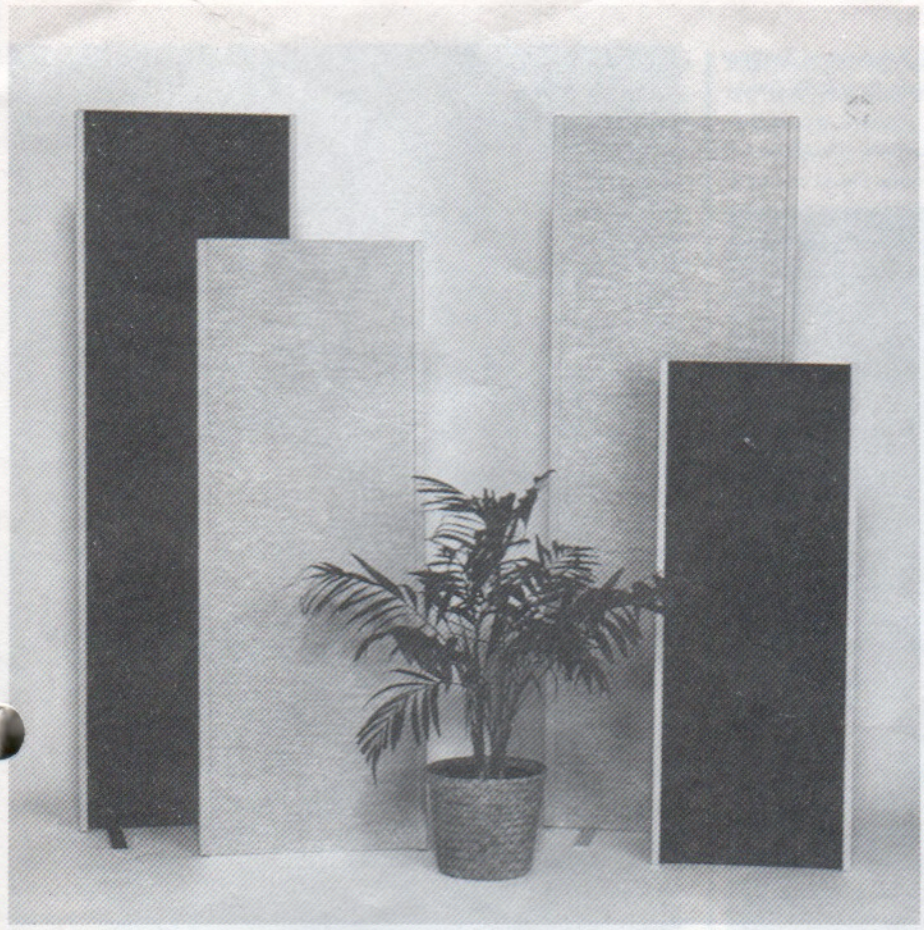
Zestawy Quattro powinny być przy odsłuchu ustawione na wysokości około 70 cm nad podłogą, równolegle do ściany; ze względu na tylny otwór oddalone od ściany około 10÷20 cm. Wytwarzają one — mimo małych rozmiarów — dźwięk, który wydaje się pochodzić z obudów kilka razy większych. Nieobecność najniższych tonów nie przeszkadza i jest jakby kompensowana bardzo dobrym brzmieniem średnich basów. W rezultacie równowaga brzmienia jest bardzo dobra, wysokie tony są odtwarzane z wielką dokładnością, średnie są trochę mniej wyeksponowane, ale bardzo selektywne i czyste.

Umieszczenie dwóch głośników w konfiguracji P.E. Léon umożliwiło wykonanie zestawu bardzo dynamicznego, dominującego (podobnie jak samochody Quattro) wśród zestawów o podobnych rozmiarach i cenie.

Firma: Magnepan

Model: Magnepan MG II C

Cena: 18 500 Fr (para)
Rozmiary: 55 (szer.) × 180 (wys.) × 4,5 (głęb.) cm
Masa: 45 kg (para)
Typ obudowy: dipol dynamiczny z membraną
Skuteczność: 84 dB/1 W/1 m



Od 1971 r. amerykańska firma MAGNEPAN jest znana w świecie z pomysłu szerokopasmowego głośnika dynamicznego z membraną płaską — TYMPANI 1. Głośnik wyglądał jak płaski panel w kształcie skrzydła parawanu promieniujący na dwie strony — zupełnie jak ESL*. Głośnik Magneplanar, gdyż zarejestrowano go pod tą nazwą, można potraktować jako macierz wielu przetworników z membraną płaską, przypominający głośnik wstęgowy wynaleziony w 1923 r. Pracuje on zwykle w górnej części pasma akutystycznego — wstążka przewodząca znajduje się w polu magnetycznym wytworzonym przez dwa magnesy. W 1958 r. powstał pierwszy prototyp głośnika Magneplanar w oparciu o ideę zaproponowaną przez fizyka izraelskiego Gamzana. Pod nylonową membraną, na którą są naniesione taśmy przewodzące, znajdują się równoległe rzędy magnesów ferrytowych wytwarzających pole magnetyczne sterowane w stronę membrany.

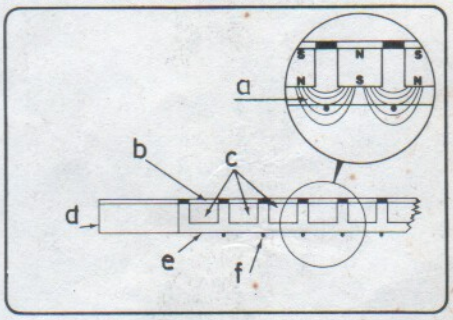
W 1969 r. James Winey stworzył dynamiczny głośnik z membraną płaską wykorzystując miękkie magnesy (takie jak w uszczelkach lodówek) przymocowane do perforowanej płyty z miękkiego żelaza. Do nylonowej membrany był przyklejony przewód aluminiowy pokrywający ją w formie meandrów. Na **rysunku** przedstawiono przekrój przez przetwornik Winey'a, który w zasadzie do dzisiaj nie zmienił się. Udoskonalenia polegały na zastosowaniu coraz to cieńszych (lżejszych) i mocniejszych membran. Membrana została podzielona na dwie części:

— niskotonową o dużej powierzchni, gdzie moc dopuszczalnych strat została powiększona przez zwiększenie liczby przewodów między magnesami (3 zamiast 1) oraz zastosowaniu nowych przewodów aluminiowych i odpornych na temperaturę klejów oraz

— wysokotonową z mniejszą i lżejszą membraną.

W zestawie MG II dwudrożny przetwornik izodynamiczny jest jednym z największych wytwarzanych przez MAGNEPAN. Ma on wysokość 150 cm i szerokość 30 cm oraz jest zamocowany w bardzo sztywnej ramie drewnianej. Syntetyczna membrana ma grubość 5 µm i skupia na swej powierzchni 30 przewodów.

□ **Précision de la Réponse en Fréquence.**



Przekrój przez przetwornik Winey'a. A — statyczne pole magnetyczne, b — chassis ze stali perforowanej, c — pręty magnetyczne, d — wypełnienie, e — membrana z mylaru o grubości około 12 µm, f — przewód aluminiowy

Przetwornik pracuje jako dipol akustyczny. Dopiero po posłuchaniu można zrozumieć dlaczego głośniki MAGNEPAN mogły przez 15 lat stawiać czoła innym produktom na rynku ESL. Obok zasady działania zestawy ESL i Planare są sobie podobne: płaska membrana, powierzchnia promieniowania równa powierzchni membrany, podział membrany na przetworniki nisko-, średnio- i wysokotonowe, promieniowanie dipolowe. Przewaga „Planar'ów" nad ESL wynika z braku zasilania, lepszej odporności na wilgoć i bardziej liniowej charakterystyki impedancji (co ułatwia ich współpracę ze wzmacniaczami). Zasadnicze znaczenie przy odsłuchu zestawów ma ich ustawienie w stosunku do ścian pomieszczenia odsłuchowego, jak też ich orientacja w stronę strefy odsłuchu. W zależności od tłumienności ścian optymalna odległość od nich może być różna, tak aby otrzymać dobrą równowagę między dźwiękiem bezpośrednim i odbitym od ściany. Dzięki dużej powierzchni promieniowania MAGNEPANY dają wrażenie realnego obrazu dźwiękowego, a instrumenty przybierają rzeczywiste położenie. Rozdzielczość jest zachowana dla wszystkich poziomów słuchania, a równowaga brzmienia pozostaje niezmieniona. Mimo pracy dipolowej najniższe tony są rzeczywiście obecne. MG II C mogą znosić nieprawdopodobnie duże moce wytwarzające niezniekształcone, nieporównywalnie mocne natężenie dźwięku.

* ESL — Electro-Static Loudspeakers

Firma: Vision Acoustique

Model: MV-2

VISIONN ACOUSTIQUE jest młodą firmą francuską założoną w sierpniu 1987 r. w Sartrouville na przedmieściach Paryża przez Bertrandá Garcuret.

Prezentowany zestaw MV-2 jest zestawem trójdrożnym, dwugłośnikowym. Głośnik niskośredniotonowy wykonany przez firmę Fokaz ma średnicę 17 cm (7KO11 OB). Jego częstotliwość rezonansowa wynosi 38 Hz. Jest wyposażony w dwie cewki o średnicach 22,5 mm i 26,3 mm, obydwie nawinięte płaskim przewodem na karkasie z materiału o nazwie norex. Zawieszenie w formie wypukłego półrulonu umożliwia mocne wychylenia bez ryzyka przedwczesnego ograniczenia. Ferrytowy magnes o średnicy 102 mm i masie 560 g jest umieszczony w obwodzie magnetycznym, który wytwarza w szczelinie indukcję 11 500 G.

Stożkowo-żółta, bardzo lekka membrana jest jednocześnie super sztywna i akustycznie neutralna. Wykonano ją z warstw kevlaru połączonych wzajemnie żywicą wymieszaną z mikrokuleczkami. Cały zespół ruchomy łącznie z dwoma cewkami waży zaledwie 16,6 g. W części środkowej membrany specyficzny kapsel zakrywa rdzeń. Kapsel jest wykonany z impregnowanego materiału i wzmocniony wiskoelastomerami, aby zapobiec rezonansom przy zmianach ciśnienia między rdzeniem a sąsiadującą częścią membrany.

Jedna z cewek reaguje tylko na częstotliwości małe, druga na małe i średnie do 3500 Hz.

Częstotliwości wysokie są odtwarzane przez tweeter firmy Audax DW611W. Jego centralna kopułka jest otoczona membraną, zakończoną zewnętrznym zawieszeniem, wykonaną ze związków polimerowych. Cewka pracuje w płynie ferrofluidowym, co ma wiele zalet. Należą do nich: znakomita odpowiedź impulsowa, lepsze zawieszenie, większa dopuszczalna moc dzięki lepszemu chłodzeniu. Środkowa kopułka jest częściowo zakryta przez dwa poziome rozpraszacze, co ma na celu linearyzację charakterystyki częstotliwości i fazy.

Zwrotnica pasywna łączy równolegle obie cewki głośnika niskośredniotonowego poniżej 300 Hz. Jedna z nich jest zasilana sygnałem fonicznym o częstotliwości aż do 3500 Hz doprowadzanym za pośrednictwem filtra LP pierwszego rzędu. Głośnik wysokotonowy pracuje od częstotliwości 3500 Hz, a jego filtr ma nachylenie 6 dB/okt. Elementy zwrotnicy są zamontowane na elektronicznej płytce, a połączenia wykonane grubym przewodem. Wnętrze głośnika jest wytłumione watą szklaną. VISION ACOUSTIQUE zaleca ustawienie zestawów przy odsłuchu na wysokości 50 cm od podłogi i co najmniej 20 cm od ściany. Wzmacniacz zasilający powinien mieć moc 30÷100 W.

Charakterystyka częstotliwości zestawu jest bardzo liniowa, bass-reflex świetnie zestrojony (do częstotliwości 60 Hz). Dzięki prostemu filtrowi uzyskano bardzo dobrą charakterystykę fazy i odpowiedź impulsową.

Przy odsłuchach można natychmiast zauważyć znakomitą liniowość i szerokie pasmo przenoszenia. Niewielkie podbicie wysokich tonów znika przy zmianie kąta odsłuchu o około 20°. Mimo małej objętości obudowy basy są odtwarzane bez słyszalnego nasycania i na dobrym poziomie. Ma się ochotę zaliczyć te małe zestawy do monitorów studyjnych.

Cena: 5600 Fr (para)
Rozmiary: 50 (wys.) × 22,5 (szer.) × 26 (głęb.) cm
Masa: 10 kg
Liczba torów: 3
Typ obudowy: optymalizowany bass-reflex
Moc: 65 W
Skuteczność: 92 dB/1 W/1 m
Impedancja: 6 Ω

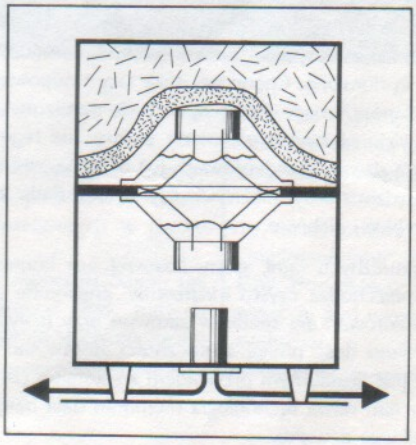
Firma: **3A**

Model: **3A Triphonic 100**

Francuska firma 3A była pierwszą, która w 1976 r. wymyśliła i wprowadziła na rynek system trójdrożny z centralnym zestawem superniskotonowym. Pierwszy raz pojawiły się też wtedy nazwy TRIPHONIC czy TRIPHONIE, nb. zastrzeżone patentami. Wtedy był to system najwyższej jakości z obudową zestawu niskotonowego w formie niskiego stolika z dwoma, trzema lub czterema głośnikami sprzężonymi ciśnieniowo, zależnie od modelu, ze wzmacniaczem o mocy 150 W. Satelitami były zestawy ATOM 2 i ATOM 3 zawierające już wtedy układ korekcji fazy. Jednakże „nikt nie jest prorokiem między swymi" i kiedy amerykańska firma Bose wróciła ostatnio do tej idei odniosła duży sukces. W 1987 r. firma 3A zaproponowała nowe rozwiązanie w systemie TRIPHONIC, model TR100. Zestaw wygląda bardzo estetycznie. Obudowa głośnika niskotonowego ma formę stolika pokrytego grubą szybą, a satelity ATOM 100 są małe i dyskretne — można je przykręcić do ściany za pomocą specjalnych uchwytów. Głośnik niskotonowy jest bezkierunkowy i z tego powodu może być umieszczony w dowolnym miejscu pomieszczenia. Częstotliwość podziału mieści się między 120÷150 Hz. Czterocentymetrowe nóżki umożliwiają promieniowanie przez otwór o średnicy 7 cm znajdujący się w spodniej części obudowy. Po obu stronach otworu znajdują się zaciski do podłączenia przewodów do wzmacniacza oraz zestawów średniowysokotonowych. Umieszczone w obudowie dwa głośniki niskotonowe pracują w systemie PUSH-PULL z obciążeniem symetrycznym (**rys.**). Są one zamontowane „twarzą w twarz" i każdy z nich jest sterowany sygnałem z jednego kanału. Tylna strona membrany głośnika wyższego jest obciążona obudową zamkniętą wypełnioną materiałem tłumiącym, natomiast tylna strona membrany głośnika dolnego jest obciążona obudową bass-reflex z otworem promieniującym do dołu. Głośniki są połączone równolegle, ze skrzyżowanymi fazami, mogą przenosić dwukrotnie większą moc niż głośnik pojedynczy przy dużo mniejszych zniekształceniach intermodulacyjnych. Zaletą takiego rozwiązania jest stłumienie niepożądanych rezonansów i zmniejszenie częstotliwości dolnej przy małej objętości obudowy i znakomitej liniowości.

Charakterystyka dolnoprzepustowa jest kształtowana na drodze akustycznej — nie ma więc szeregowo połączonych cewek w filtrze zwrotnicy dzięki czemu odpowiedź impulsowa i współczynnik tłumienia są prawie idealne. Dwudziestojednocentymetrowe głośniki niskotonowe są najwyższej jakości, z odlewanym koszem ze stopów aluminiowych, dwunastocentymetrowym systemem magnetycznym i celulozową membraną. Każdy z głośników może przenosić 300 W. Dwudrożne satelity ATOM 100 zawierają również głośniki bardzo wysokiej klasy. Głośnik niskotonowy o mocy 200 W ma średnicę 10 cm i takiej samej średnicy magnes. Cewka o średnicy 25 cm jest nawinięta na karkasie z kaponu, aby wytrzymać temperatury powyżej 250°C. Przezroczysta membrana jest wykonana z polipropylenu. Cewka kopułkowego tweetera hemisferycznego pracuje w otoczeniu ferrofluidu, co zapewnia optymalne tłumienie, znakomitą liniowość i bardzo dobre oddawanie ciepła. Satelity spełniają wszystkie warunki zapewniające wierność w zakresie mocy i liniowości aż do częstotliwości 200 Hz, co — w połączeniu z zestawem niskotonowym — daje charakterystykę superliniową od 60 Hz do 20 kHz. Znakomite są również parametry dynamiczne, a zwłaszcza odpowiedź impulsowa.

System 3A TR100 jest jednym z niewielu znajdujących się na rynku, któremu nie można nic zarzucić. Równowaga brzmienia jest znakomita, co rzadko można spotkać wśród systemów trójdrożnych (gdzie zwykle ma się ochotę regulować poziom basów, za każdym razem gdy się zmienia płytę). Barwa jest bardzo neutralna i naturalna w całym przedziale częstotliwości. Jest to zestaw, który trzeba pokazać tym wszystkim, którzy mają problemy z małym pomieszczeniem, a mimo wszystko szukają delikatnego dźwięku, również w zakresie najmniejszych częstotliwości.



Rozmiary: SUB BASS: 30 (szer.) × 30 (głęb.) × 38 (wys.) cm
ATOM 100: 13 (szer.) × 11 (głęb.) × 22 (wys.) cm
Typ zestawu: TRIPHONIC
Skuteczność: 87 dB/1 w /1 m

Firma: Infinity

Model: Kappa

Cena: 14 800 Fr (para)
Rozmiary: 96 (wys.) × 43 (szer.) × 30 (gł.) cm
Liczba torów: 3
Impedancja 4 Ω
Skuteczność: 86 dB/1 W/1 m

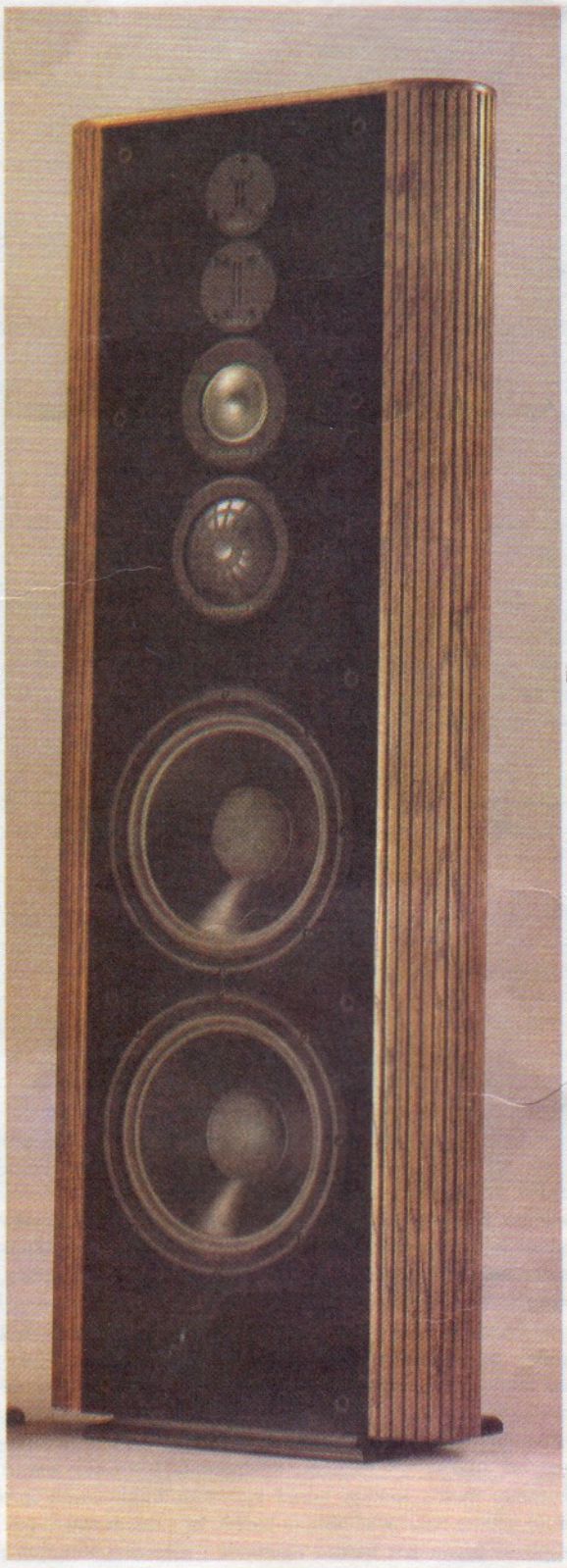
Nową serię zestawów głośnikowych amerykańskiej firmy Infinity tworzą 4 modele STANDARD 6, 7, 8, 9, skonstruowane w oparciu o głośniki nowej technologii wykorzystującej materiały grafitowo-polipropylenowe. Stożek głośnika niskotonowego jest formowany pod ciśnieniem z masy polipropylenowej wymieszanej z włóknami grafitowymi. W fazie wtrysku pod wysokim ciśnieniem (poprzedzającej proces formowania) włókna grafitowe są orientowane radialnie, co umożliwia uzyskanie struktury supersztywnej, a w konsekwencji zapewnia pracę membrany jako tłoka aż do częstotliwości 1 kHz. Zalety mechaniczne tych dwóch materiałów: odporność grafitu i tłumienie polipropylenem prowadzą do uzyskania bardzo szybkiej odpowiedzi impulsowej (dzięki małej masie pobudzanej do drgań) przy optymalnym tłumieniu. Ułatwiło to również przejście z głośnika niskotonowego do średniotonowego bez wzniesienia w charakterystyce amplitudowej wokół częstotliwości 1200 Hz. Kappa 7 jest zestawem przeznaczonym do pracy bezpośrednio na podłodze, z typowo dla firmy Infinity zaokrąglonymi bokami (aby zmniejszyć efekty dyfrakcji). Sztywność obudowy zapewniają niespotykanie grube (2,6 cm) ścianki oraz dodatkowe wzmocnienie jakim jest hermetyczna komora głośnika średniotonowego. Kappa 7 jest systemem trójdrożnym. Głośnik niskotonowy o średnicy 31 cm pracuje w obudowie całkowicie zamkniętej, bardzo silnie tłumionej syntetyczną watą mineralną. Mimo niewielkiej głębokości zestawu nie daje się zauważyć efektu szkodliwych wewnętrznych odbić fali akustycznej. Kosz głośnika niskotonowego jest identyczny jak w superniskotonowych głośnikach serii REFERENCE. Ferrytowy magnes o średnicy 12,5 cm i grubości 1,8 cm otacza swym polem o natężeniu 11 500 G cewkę o średnicy 5,3 cm. Zawieszenie zewnętrzne jest typowe, o przekroju półkolistym. Wykonane z kauczuku syntetycznego zapewnia liniową pracę w zakresie ± 3 mm. Powyżej 800 Hz zaczyna pracować głośnik kopułkowy POLYDOME K z miękkiego polipropylenu, mający znakomite tłumienie. Kopułka o średnicy 8,2 cm jest przedłużona cewką o tej samej średnicy. Otwarty obwód magnetyczny umożliwia wymianę ciśnienia między stronami kopułki, której tył pracuje w obudowie zamkniętej, idealnie wytłumionej.

Tweeter EMIT K należy również do nowej linii głośników izodynamicznych firmy Infinity. Jego płaska membrana z naniesionymi meandrami płaskiej cewki pracuje w polu małych magnesów sztabkowych. Ta nowa płaska membrana wykonana z kaponu zastąpiła membranę aluminiową, jako że jest od niej o połowę lżejsza. Magnesy są wykonane z metali ziem rzadkich jak neodynium, o jeszcze lepszych właściwościach niż samarium/kobalt.

Skomplikowany filtr (optymalizowany za pomocą komputera) ma dwa regulatory poziomu w zakresie ±2 dB od położenia neutralnego.

Charakterystyka przenoszenia jest niezwykle szeroka, 35 Hz÷30 kHz, w kanale 4 dB. Przenoszenie tonów niskich jest zachwycająco dobre: przy 40 Hz znajduje się jeszcze na poziomie 0 dB. Charakterystyka minimalnie spada między 2 a 5 MHz, ale najwyższe tony nie są tłumione. Charakterystyka fazy i odpowiedź impulsowa są bliskie idealnych. Kappa 7 może służyć za wzór do pomiarów.
Odsłuchy potwierdzają całkowicie niezwykłe parametry elektryczne tego zestawu. Jego brzmienie przypomina dźwięk standardowego już obecnie, zestawu JBL 240TI. Doskonale słychać prawdziwe basy, niezwykle czyste, bez śladu zniekształceń czy zakolorowań — szybkie i głębokie.

Najczęstsze testy: perkusji, sztucznych ogni, gitary basowej czy kontrabasu i oczywiście wielkiej orkiestry przechodzą czysto i klarownie. Znakomite są tony średnie i wysokie — bez zakolorowań ani spadków zarówno przy małych jak i dużych natężenia dźwięku. Mimo dość niskiej skuteczności zestaw ten w stosunku do ceny (ale nie tylko) jest absolutnym przykładem znakomitej czystości i muzyczności. Zastosowana w nim nowa technologia membran dała bardzo dobry wynik w odtwarzaniu wielkiego dźwięku.



Firma: Chario

Model: Hiper 1

Cena: 3590 Fr (para)
Rozmiary: 30 (wys.) × 20 (szer.) × 27 (głęb.) cm
Typ obudowy: bass-reflex
Moc znamionowa: 80 W
Impedancja: 8 Ω
Liczba torów: 2
Skuteczność: 88 dB /1 W/ 1 m

Włoska firma Chario od kilku lat coraz skuteczniej umacnia swą pozycję na rynku zestawów głośnikowych w Europie i w Japonii, gdzie w 1987 r. została wyróżniona przez tamtejsze pismo Stereo Sound właśnie za zestaw HIPER 1. Seria HIPER została od strony wzorniczej zaprojektowana przez artystę rzeźbiarza w drzewie — Michelangelo Dalla Fontana.

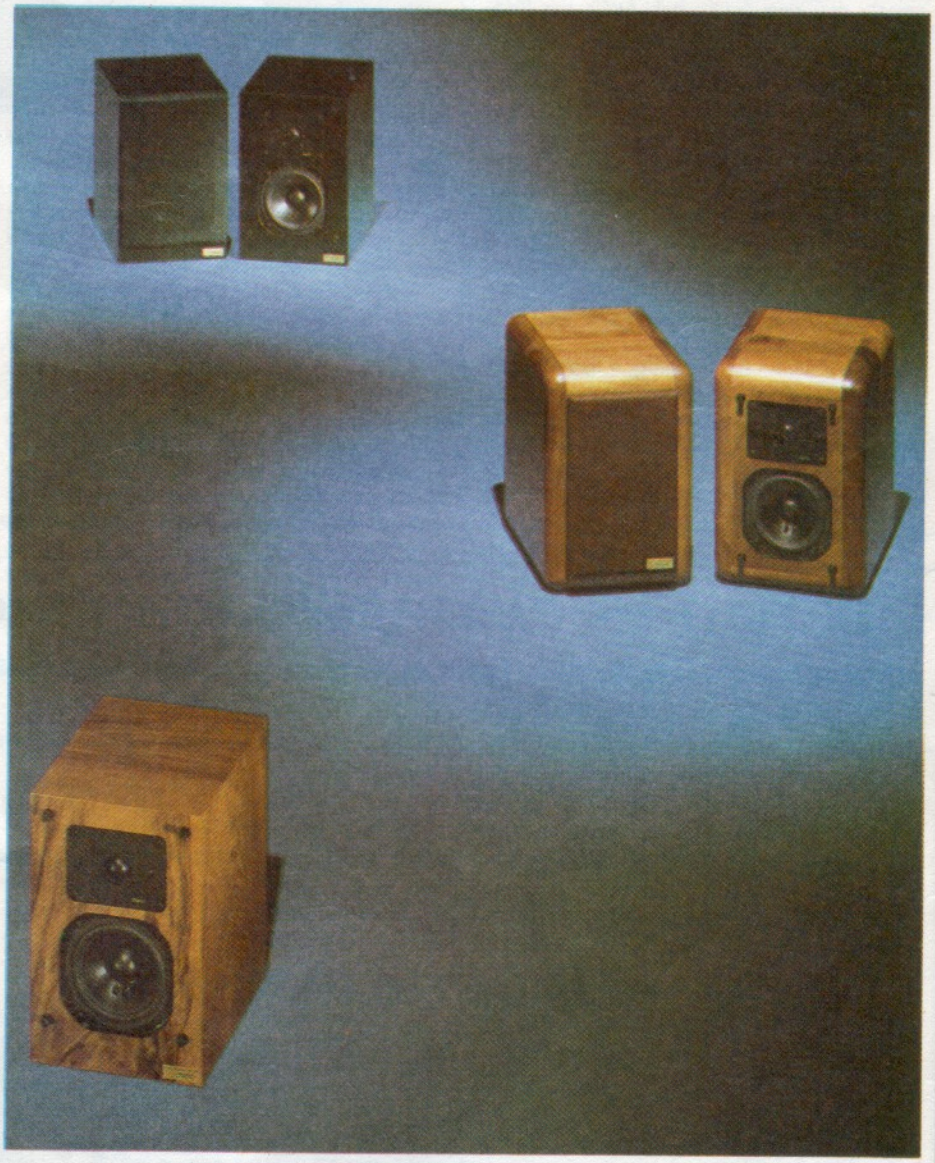
HIPER 1 to system dwudrożny o obciążeniu bass-reflex i bardzo małych rozmiarach. Średnica otworu umieszczonego w tyle obudowy wynosi 5,7 cm, zaś długość 21,5 cm. Ścianki obudowy mają grubość 22 mm, co jest rzadkością przy tak małych zestawach. Dzięki temu zapewniono dużą sztywność obudowy i zminimalizowano rezonanse. Wewnętrznie zestaw jest wytłumiony poduszkami z waty mineralnej.

Częstotliwość podziału wynoszącą 2,5 kHz realizuje bardzo rozbudowany filtr o nachyleniu 18 dB/okt od strony pasma niskotonowego i 12 dB/okt od strony pasma tweetera. Na płytce drukowanej z laminatu szklano-epoksydowego znajdują się aż trzy cewki indukcyjne na rdzeniach żelazowych, cztery rezystory i pięć kondensatorów poliestrowych. Głośnik niskotonowy o średnicy 13 cm został zaprojektowany i wykonany przez firmę Chario; charakteryzuje się on dość płaską kopułką polipropylenową. Cewka o średnicy 27 mm współpracuje z imponującym systemem magnetycznym o średnicy 100 mm, którego pole magnetyczne wynosi 12000 G. Tweeter został opracowany przez firmę SIPE z Amcony. Zawiera on cewkę o średnicy 25 mm zawieszoną w polu magnetycznym o natężeniu 14000 G, wytworzonym przez system magnetyczny o średnicy 70 mm.

Charakterystyka częstotliwości zestawu jest bardzo płaska od 60 Hz do 20 kHz w przedziale o tolerancji 72,5 dB. Zadziwiająca jest bardzo płaska bez jakichkolwiek uwypukleń charakterystyka w zakresie małych częstotliwości. Podczas gdy zwykle tak małe zestawy dudnią przy częstotliwościach bliskich 100 Hz, zestaw HIPER 1 może odtwarzać częstotliwość aż do 50 Hz przy spadku charakterystyki tylko o 4 dB.

Dodatnim szokującym parametrem jest bardzo niski współczynnik zniekształceń nieliniowych, mniejszy od 0,3% dla natężenia dźwięku wynoszącego 90 dB.

Maksymalny poziom mocy może osiągać aż 110 ÷ 115 dB w pasmie 500 Hz ÷ 20 kHz, a maksymalna moc promieniowania może dochodzić aż do 100 W.



Odsłuchy parzystych małych ale jakże ładnych i estetycznych zestawów potwierdziły zasadność superlatywów zamieszczonych w japońskim Stereo Sound.

Równowaga dźwięku jest wspaniała. Mimo tak niewielkich rozmiarów zestawu niskie tony są tak ładne, że ma się wrażenie słuchania zestawów co najmniej stulitrowych. Wszystkie instrumenty brzmią prawdziwie, nie są ani przerysowane, ani stłumione.

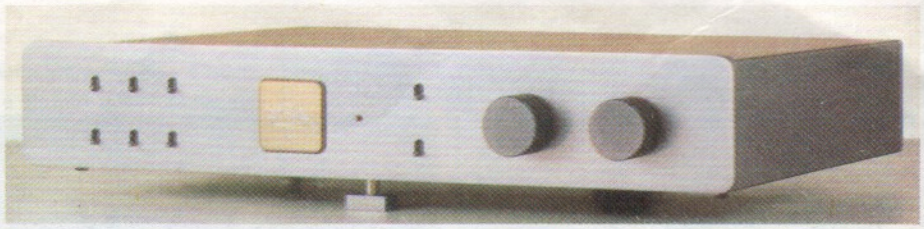
Te małe zestawy zasługują wręcz na miano „minimonitorów". Szukając niewielkich głośników, stosunkowo niedrogich, należy na pewno wziąć je pod uwagę, a bezwzględnie warto ich posłuchać.

Φlox électronique – Przedwzmacniacz YBA1

O przedwzmacniaczu YBA1 można powiedzieć, że prezentuje się bardzo skromnie. Wyposażenie to tylko dwa niezależne regulatory głośności, sześć przełączników (niezależnych?!!) i źródeł sygnału oraz dwa przełączniki funkcyjne: PHASE i BYPASS.

Zastosowano w nim kilka oryginalnych rozwiązań. Przede wszystkim w stopniu wejściowym do przetwornika o ruchomej cewce (MC) użyto transformatora, co w znacznym stopniu zmniejszyło poziom szumów i zakłóceń. Rzeczywiście, w porównaniu z innymi urządzeniami stosunek S/N jest o blisko 10 dB lepszy. Drugim elementem poprawiającym przejrzystość obrazu dźwięku jest układ odwracający fazę. Umożliwia on uzyskanie maksymalnie możliwej rozdzielczości poszczególnych źródeł dźwięku.

Użyte w zasilaczu kondensatory o łącznej pojemności 100 000 µF, potrójne potencjometry i poczwórne przełączniki zapewniają minimalizację przesłuchów i niewrażliwość na przenikanie zakłóceń. Specjalny rodzaj okablowania, stopnie o znikomo małej impedancji wyjściowej,



brak rezystorów w torze sygnału — wszystko to zmniejsza, według producenta, zakłócenia i zniekształcenia. Dodajmy, że wszystkie elementy elektroniczne — rezystory, kondensatory, nawet tranzystory są w wykonaniu niemagnetycznym.

Dane techniczne

Maksymalne napięcie wyjściowe: 8 V_{RMS}
Zniekształcenia harmoniczne i intermodulacyjne: < 0,05% (U_{wy} = 1 V)
Pasmo przenoszenia: wejścia liniowe 5 Hz ÷ 400 kHz (±0,2 dB RIAA 5 Hz ÷ 60 kHz) ±0,2 dB
Stosunek S/N nieważony (!): MC 85 dB MM 90 dB Linia 100 dB
Impedancja wejściowa: MC 3 ÷ 100 Ω MM 47 kΩ Linia 100 Ω
Czułość znamionowa: MC 120 µV MM 2 mV Linia 150 mV
Impedancja wyjściowa: < 20 Ω
Wejścia: gramonofonowe (MM lub MC) tunera, CD, magnetowidowe, liniowe (aux), magnetofonowe

Luxman — wzmacniacz mocy MQ-360

Element linii „Champagne Gold Series", określany jako „Ultimate fidelity", wzmacniacz mocy MQ-360 prezentuje się, jakby chciał powiedzieć: nie mam nic do ukrycia. Rzeczywiście konstrukcja przypomina lata trzydzieste: wszystkie istotne elementy urządzenia wraz z lampami znajdują się na zewnątrz. Nie bardzo wiadomo jak to odkurzać, ale prezentuje się znakomicie.

Jak twierdzi producent „... lampy zastosowane we wzmacniaczu zapewniają dźwięk tak sensacyjnie klarowny, jakiego nigdy nie uda się uzyskać na tranzystorach". Stopnie wyjściowe zawierają po dwie lampy, produkowane specjalnie dla firmy Luxman. Stopnie wejściowe pracują z lampami o małej impedancji wyjściowej, dostarczającymi dostatecznie dużych prądów do wysterowania stopni mocy — obydwa stopnie w układzie przeciwsobnym.

We wzmacniaczu zastosowano nową koncepcję transformatorów wyjściowych skonstruowanych specjalnie do lamp MQ360. Praca wzmacniacza jest „idealnie liniowa", a pasmo przenoszenia sięga 100 kHz.

Cechą charakteryzującą ten układ jest automatyczna polaryzacja siatek stopnia mocy. Rozwiązanie takie — znane od początku rozwoju techniki lampowej — zapewnia w rezultacie pracę w czystej klasie A, co daje czystość dźwięku nieosiągalną w układach ze sztywną polaryzacją...

Uziemienia wszystkich elementów prowadzone są systemem gwiazdy — połączone w jednym punkcie. Minimalizuje to przesłuchy między stopniami oraz zniekształcenia — szczególnie intermodulacyjne.

Dane techniczne

Moc znamionowa (ciągła): 2 × 40 W/8 Ω, 20 Hz ÷ 20 kHz
Zniekształcenia harmoniczne: 0,2 %
Pasmo przenoszenia: 10 Hz ÷ 30 Hz/−1 dB
Stosunek S/N ważony: 100 dB
Cułość znamionowa: 1,1 V
Masa: 19 kg

Przedwzmacniacze i wzmacniacze

Paryska wystawa urządzeń klasy umownie „High End" daje możliwości łatwego usystematyzowania zaprezentowanych rozwiązań. Biorą w niej udział wielcy i mali. Wielcy — tacy jak Luxman, Yamaha czy Denon, za którymi stoją lata doświadczeń, setki konstruktorów i ogromne pieniądze na badania i rozwój. Mali — to często kilkudziesięcio- czy nawet może kilkunastoosobowe zakłady na pograniczu manufaktury. Za nimi stoi z kolei znów doświadczenie, być może genialni projektanci i może... trochę fanatycy czy szarlatani? Dodajmy do tego utrudniające ocenę tło oszałamiających niekiedy cen i gorączkowej działalności promocyjnej. Na tym tle sprzęt sprawia wrażenie robionego na miarę. Wzmacniacz, który rewelacyjnie gra przy muzyce symfonicznej, brzmi inaczej — według odsłuchującego — gorzej, przy rocku.

Czasami w niekorzystnych wydawałoby się, warunkach, w małych zatłoczonych salkach można było słyszeć muzykę, o której trudno powiedzieć, że pochodzi z urządzenia elektronicznego. Wiele zależy od źródła sygnału. W większości przypadków wykorzystuje się płyty CD. Zdarza się jednak bardzo często i płyta czarna, która daje taką muzykę, że zapomina się całkowicie o jej mechanicznym rodowodzie. Poza źródłami i zestawami głośnikowymi na jakość dźwięku w sposób istotny wpływają dwa elementy środkowe toru: przedwzmacniacze i wzmacniacze mocy. Dwa — rzadko spotykane są wzmacniacze kompletne.

Producenci licytowali się pomysłami układowymi i konstrukcyjnymi. Każdy z tych pomysłów był równie dobrze uzasadniony argumentami nawet, gdy założenia techniczne były kompletnie przeciwstawne. Były więc wzmacniacze, gdzie radiatory, przypominające poroże łosia miały powierzchnię liczoną niemal w metrach kwadratowych. A w sąsiednim stoisku, o porównywalnej mocy, wzmacniacze bez radiatorów — tyle tylko, że w stopniach końcowych pracowało po kilkadziesiąt (może nawet dobrze ponad sto) pojedynczych tranzystorów tworzących efektowny grzebień. W jednych typach urządzeń stosowano gigantyczne kondensatory filtrów zasilacza — po dwa we wzmacniaczu — podkreślając zalety przy dynamicznych zmianach poziomu, w innej firmie tych kondensatorów, o pojedynczo niewielkiej pojemności było kilkadziesiąt. I też w tym samym celu.

Najogólniej prezentowane wzmacniacze można by podzielić na lampowe i tranzystorowe. Lampy przez wiele ostatnich lat stosowane były w sprzęcie elektroakustycznym bardzo rzadko. Tylko kilku zagorzałych entuzjastów (m.in. Luxman) — wydawało się dla tradycji — oferowało konstrukcje w tej technologii. O ich jakości — według producentów — świadczył odsłuch. Mierzalne parametry były natomiast niezbyt zachęcające. Ostatnio do zapewnień o subiektywnej jakości (można było usłyszeć) dołączono metryczki pomiarowe. Dokonało się coś niezbyt zrozumiałego — niektóre z parametrów poprawiły się niemal o dwa rzędy wielkości. Zniekształcenia harmoniczne, do niedawna niewiele mniejsze od procenta, teraz określane są na poziomie jego kilku tysięcznych. Pasmo przenoszenia sięga setek kHz, przesterowalność wejść — nawet do 60 dB. Rozwiązań lampowych było więcej niż połowa.

Inna, uderzajca koncepcja, to wszechwładna klasa A. Prowadzi to co prawda do zauważalnego grzania urządzeń, ale mimo niekorzystnego stosunku mocy do masy spotykane jest powszechnie.

Ponadto rozmnożyły sę wręcz fobie antymagnetyczne i antymetaliczne. Zasilacze wydziela się więc w osobne obudowy. Chassis urządzeń wykonuje się ze stopów niemagnetycznych. W krańcowych przypadkach nawet elementy elektroniczne wybierane są pod kątem minimalej zawartości magnetyków. Ściśle z tą sprawą związane są kwestie uziemień i prowadzenia masy. Wielu producentów podkreśla zastosowanie systemu typu „gwiazda" z jednym wspólnym punktem wszystkich ścieżek masy. Zabiegi te prowadzą dość skutecznie do zmniejszenia podatności układów na zakłócenia zewnętrzne i do zmniejszenia efektów wynikających ze sprzężeń zwrotnych na impedancji „masy".

Rozpowszechnia się od dawna obserwowanie „spłycania" głębokości regulacji analogowych. W niewielu wzmacniaczach regulacja barwy przekraczała ±6 dB. W wielu natomiast w ogóle tych regulatorów nie było. To samo z filtrami. Jeśli — to stosowano jedynie filtry „subsonic". Od góry pasmo przenoszenia sięgało kilkuset kHz.

Różnorodność rozwiązań poszczególnych układów jest imponująca. Wszystkie — mimo nieraz pozornych sprzeczności technicznych — prowadzą do jednego celu: wiernej jakości dźwięku. Za tę jakość trzeba płacić. Często przedwzmacniacz był w cenie samochodu. Różnorodność prezentowanych modeli, można powiedzieć do wyboru i koloru. I ten dźwięk...

Tomasz Bogdan

Denon — wzmacniacz UPA-7700

Denon to nie manufaktura — to wielka firma. Stosuje więc i cyfrową obróbkę sygnału, i łącza optyczne, i czystą klasę A, i wieloetapowe izolacje galwaniczne. Produkt finalny do tanich nie należy.

Wzmacniacz zintegrowany UPA-7700 jest fragmentem większej całości „inteligentnego zestawu midi". Przystosowany jest do współpracy zarówno ze źródłami sygnałów analogowych, jak i cyfrowych. Przy podłączeniu gramofonu cyfrowego, magnetofonu R-DAT czy tunera satelitarnego można pominąć straty wniesione w czasie transmisji sygnału. UPA-7700 ma swoje własne cztery superliniowe przetworniki cyfrowo-analogowe — po dwa na każdy kanał. Pracują one przeciwsobnie — osobno dla „dodatnich" i „ujemnych" połówek sygnału, co w znakomitym stopniu zmniejsza zniekształcenia przy przejściu przez zero. Przetworniki c/a skojarzone z filtrami cyfrowymi czterokrotnie nadpróbkującymi (oversampling) i filtrami analogowymi o liniowej fazie umożliwiają uzyskanie zniekształceń całkowitych poniżej 0,002% i stosunku S/N rzędu 110 dB. Degradacji sygnału cyfrowego uzyskiwanego ze źródła zapobiega użycie złącz optycznych.

Wzmacniacz jest bogato wyposażony. Cztery regulatory analogowe, przełącznik wejść (6 analogowych i 3 cyfrowe), przełącznik grup głośników i duży wskaźnik. Na wskaźniku wyświetlane są aktualne funkcje (rodzaj wejścia, praca konwencjonalna albo surround) oraz — przy współpracy ze źródłem cyfrowym — częstotliwość próbkowania.

Głośność regulowana jest silniczkiem, a świecący znacznik na pokrętle sygnalizuje jego położenie.

Dane techniczne

Ciągła moc wyjściowa: 2 × 70 W/8 Ω

Zniekształcenia harmoniczne: < 0,05%/1 kHz, 2 × 35 W

Pasmo przenoszenia: 20 Hz÷70 kHz (±3 dB)

Czułość znamionowa: gramofon 2,5 mV/47 kΩ
liniowe 150 mV/10 kΩ

Stosunek S/N ważony: gramofon 73 dB
liniowe 90 dB

Audio Research Corporation

Przedwzmacniacz SP15

20 lat doświadczeń firmy ARC owocuje przedwzmaniaczem lampowym. Gwarancja trzyletnia — ale na lampy jedynie 90 dni. Firma gwarantuje ponadto, że w ciągu roku od zakupu pokrywa wszelkie koszty transportu związane z wysyłaniem sprzętu do naprawy w fabryce.

A oto uchwytne właściwości konstrukcyjne. Uzyskanie „niezwykłej przejrzystości i perlistości dźwięku... " twórcy urządzenia zawdzięczają między innymi zastosowaniu zamiast potencjometrów, precyzyjnych tłumików skokowych (co 6 dB). Zastosowano przełącznik impedancji wejściowej w celu dopasowania wejść przetworników gramofonowych (47 kΩ, 100, 30, 10 i 3 Ω. W torze wzmocnienia użyto jedynie po trzy lampy na każdy kanał.

Konstruktorzy zrezygnowali z układów barwy tonów, pozostawili jednak dość liczną grupę przełączników funkcyjnych. Zapewniają przy tym, że ich działanie jest „absolutnie niesłyszalne" i nie powodują one żadnej degradacji jakości dźwięku. Poza przełącznikiem źródeł zastosowano przełączniki rodzajów pracy (mono, stereo, L, P, stereo reverse), przełączniki związane z procesami nagrywania i przegrywania, wyciszanie oraz filtr.

Zasilacz przedwzmacniacza umieszczono w oddzielnej obudowie. Zawiera on toroidalny transformator produkowany specjalnie dla Audio Research, dostarczający czterech niezależnych i separowanych napięć, stabilizowanych w złożonych układach regulacyjnych. Przynajmniej część znakomitych parametrów przedwzmacniacza wynika ze stopnia złożoności i jakości zasilacza. Metoda rozprowadzania napięć zasilania sprawia, że każdy stopień przedwzmacniacza polaryzowany jest niezależnie. Zmniejsza to w istotny sposób przesłuchy i zniekształcenia intermodulacyjne.

Przedwzmaniacz jest wyposażony w siedem wejść (typu Cinch): gramofon, CD, tuner, wideo, aux, magnetofon 1 i 2. Wyjść jest też siedem: magnetofon 1 i 2, linia 1 i 2, wyjście bezpośrednie (direct) i odwrócone (invert) oraz wyjście symetryczne. Zastosowany filtr górnoprzepustowy (od 25 Hz do 10 Hz ze zboczem 6 dB/okt., poniżej 10 Hz — 12 dB/okt.) wtrącany jest jedynie w tor przedwzmaniacza gramofonowego.

Dane techniczne

Pasmo przenoszenia: wejścia o małej czułości 0,2 Hz ÷ 100 kHz ± 1 dB
wejście gramofonowe RIAA: 20 Hz ÷ 40 kHz ±0,2 dB
Zniekształcenia harmoniczne: mniej niż 0,005% dla 2 V_{RMS} na wyjściu w pasmie 5 Hz ÷ 20 kHz
Zniekształcenia intermodulacyjne: mniej 0,003% dla 2 V_{RMS} na wyjściu
Wzmocnienie: wejście gramofonowe — 46 dB
wejście pozostałe — 29 dB
Maksymalne, nie zniekształcone napięcie wejściowe: gramofon 350 mV/1 kHz
pozostałe wejścia: 25 V_{RMS}
Stosunek S/N (ważony, przy zwartych wejściach):
wejście gramofonowe — 76 dB
wejścia pozostałe — 110 dB
Pobór mocy: 130 W

Wzmacniacz mocy CLASSIC 150

Wzmacniacz mocy, monofoniczny CLASSIC 150, tylko bezpośrednio na wejściu ma kilka tranzystorów FET. W stopniach wyjściowych pracuje osiem lamp, w konfiguracji triodowej. W połączeniu z wysokosprawnym transformatorem wyjściowym oraz znakomicie stabilizowanym zasilaczem umożliwia to uzyskanie szerokiego pasma przenoszenia przy bardzo niskim poziomie szumów. Oba tranzystory, zasilający i wyjściowy, ważą w sumie 35 kg (cały wzmacniacz — 50 kg). Lampy mocy chłodzone są wentylatorami o dwóch prędkościach obrotów. Transformator zasilający ma 15 oddzielnych uzwojeń. W ten sposób niemal każdy fragment toru jest zasilany oddzielnie, co w istotny sposób zmniejsza przesłuchy i intermodulację.

Wyposażenie wzmacniacza obejmuje przełączniki ze wskaźnikami stanu pracy na płycie czołowej (sieć, stand by i wentylator) oraz gniazdo wejściowe i zespół zacisków wyjściowych na płycie tylnej. Ponadto na płycie tylnej umieszczono przełącznik czułości.

Dane techniczne

Ciągła moc wyjściowa: 140 W min./8 Ω w pasmie 10 Hz ÷ 20 kHz przy zniekształceniach harmonicznych poniżej 0,8%
Zniekształcenia harmoniczne: poniżej 0,005% dla 1 W
Pasmo przenoszenia (− 3 dB): 7 Hz ÷ 100 Hz
Czułość znamionowa: 0,6 V
Impedancja wejściowa: 60 kΩ
Zmiana napięcia wyjściowego przy zmianie obciążenia: około 0,3 dB (od 8 Ω do rozwarcia zacisków wyjściowych; współczynnik tłumienia — około 30)
Głębokość sprzężenia zwrotnego: 20 dB
Slew rate: 25 V/µs
Stosunek S/N: − 90 dB/140 W
Wydajność energetyczna zasilacza: 350 J (dż
Pobór mocy: 650 W dla mocy znamionowej

DENON

– Wzmacniacz POA-6600A

„Precision audio component/monaural power amplifier": taki, obok znaku firmowego, napis widnieje na wzmacniaczu firmy DENON. Poniżej „Optical Class-A". Jest to wzmacniacz o znakomitych parametrach, głównie dzięki kilku innowacjom.

Pierwsza z nich to optyczna klasa A, która jakkolwiek mało sprawna energetycznie, ma niewątpliwą wyższość nad B czy AB, gdyż nie wnosi zniekształceń związanych z przejściem sygnału przez zero. Niemniej, w przeciwsobnych stopniach mocy klasy A istnieją niekorzystne zjawiska związane z wyłączaniem tranzystorów w przypadku, gdy amplituda sygnału sterującego zbliża się albo przekracza poziom polaryzacji baz. Zjawisko to można wyeliminować stosując dynamiczną polaryzację w układach sprzężenia zwrotnego. Konwencjonalne układy sprzężenia wnoszą jednak opóźnienia w torze, co rzutuje na poziom zniekształceń — zwłaszcza TIM. DENON zastosował więc rozwiązanie niekonwencjonalne — sprzężenie optyczne. Bazy tranzystorów mocy polaryzowane są dynamicznie przy użyciu kabla optycznego. Uzyskuje się w ten sposób większą szybkość pętli sprzężenia oraz eliminuje możliwości wniknięcia sygnałów zakłócających.

Drugą innowacją jest zmodyfikowany zasilacz określony przez producenta jako „źródło czystego prądu". Źródło takie dzięki zminimalizowaniu impedancji wewnętrznej daje zmniejszenie poziomu zniekształceń intermodulacyjnych. Na zasilacz ten składa się zarówno specjalny transformator sieciowy o dużej wydajności, jak i kondensatory filtru, stanowiące przedmiot patentu Denona o pojemnościach rzędu 40 000 µF.

Impulsy prądu wyjściowego, rzędu 15 A, mogą przenosić się do chassis przez radiator jako zakłócenia magnetyczne. W celu uniknięcia tego zjawiska firma DENON zastosowała dwustopniową izolację galwaniczną, wprowadzając między radiator a tranzystor mocy dodatkową warstwę z blachy miedzianej o grubości 3 mm. Dodatkowa korzyść wynikająca z tego usprawnienia to lepsze niż w przypadku aluminium przewodnictwo cieplne.

Tranzystory mocy zabezpieczane są dodatkowo przed przeciążeniem przy zwartych zaciskach wyjściowych. Stosowane są do tego celu bardzo szybkie układy tyrystorowe. Zadziałanie zabezpieczenia jest sygnalizowane. Chassis wzmacniacza jest galwanicznie separowane od chassis zasilacza.

Dane techniczne

Moc wyjściowa ciągła: 260 W/8 Ω (20 Hz ÷ 20 kHz, h = 0,02%)
450 W/4 Ω (1 kHz, 1%)

Moc muzyczna: 650 W/4 Ω
900 W/2 Ω
1100 W/1 Ω

Zniekształcenia harmoniczne: <0,002 (– 3 dB w stosunku do mocy wyjściowej ciągłej)
Zniekształcenia intermodulacyjne: <0,002%
Pasmo mocy: 5 Hz ÷ 80 kHz (8 Ω, h = 0,02%)
Pasmo przenoszenia: 1 Hz ÷ 300 kHz (+0, – 3 dB/1 W)
Impedancja wyjściowa: 0,1 Ω
Stosunek S/N ważony: 123 dB
Masa: 15,6 kg
Pobór mocy: 350 W

BEARD — przedwzmacniacz CA506

Przedwzmacniacz lampowy pracujący w klasie A. Dwa lata gwarancji przechodniej, tzn. ważnej również przy odsprzedaży, na lampy — jeden rok. Indywidualnie dla każdego egzemplarza wykonywane są przed sprzedażą testy bezpieczeństwa (m.in. palności) i odsłuchowe.

Nietypowe rozwiązania widoczne są już przy obserwacji płyty czołowej. Przede wszystkim przedwzmacniacz ma dwa regulatory wzmocnienia, przełączane: aktywny i pasywny. Wszystkie sygnały wejściowe mogą współpracować zarówno z jednym jak i drugim sposobem regulacji. Same wejścia mają regulowaną skokowo czułość, o 6 dB. Ponadto istnieje możliwość zmiany rodzajów sprzężeń międzystopniowych — ze stałoprądowych — na zmiennoprądowe. Korekcja RIAA jest kombinowana: aktywna w zakresie tonów niskich, pasywna w pasmie średnich i wielkich częstotliwości.

Przedwzmacniacz CA506 wyposażono w trzy niezależne zasilacze — lewego i prawego kanału oraz do żarzenia lamp. Każda z lamp ma aktywne, tranzystorowe obciążenie zastępujące tyrystory anodowe lub katodowe, bo w stopniach „Phono" i „Line" zastosowano wtórniki katodowe. Gdyby ktoś chciał użyć czterech wzmacniaczy mocy, ma do dyspozycji dwa zespoły zdublowanych gniazd wyjściowych.

Zalety lamp — jak podkreślają producenci — trudno przecenić. Na przykład, przesterowalność wejścia MM o czułości znamionowej 0,6 mV wynosi dla 1 kHz 60 dB. Oznacza to, że sygnały wejściowe o poziomie ponad 600 mV pozostaną nie zniekształcone. Oczywiście, w praktyce nie ma mowy o takich poziomach, ale jest to dowód liniowości stopni wzmocnienia.

Krytycy francuscy wyróżnili tę konstrukcję odznaczeniem „Honorowy decybel".

Dane techniczne

Czułość znamionowa: MM — 0,4/0,8 mV/47 kΩ, 100 pF
MC — 0,1/0,2 mV/5 Ω
Linia — 40/80 mV/250 kΩ

Stosunek S/N ważony: MM — 65 dB
MC — 60 dB
Linia — 85 dB (nieważony)

Zniekształcenia harmoniczne: MM — 50 Hz 0,045%
1 kHz 0,039%
15 kHz 0,081%
Linia — 40 Hz, 0,052%
1 kHz 0,051%
20 kHz 0,052%

Zniekształcenia intermodulacyjne: linia — 0,012%
Pasmo przenoszenia: MM, MC — 20 Hz ÷ 20 kHz/±0,25 dB
Linia — 10 Hz ÷ 100 kHz/±1 dB

Przewody i złącza do sprzętu hifi

Wydaje się, że producenci sprzętu elektroakustycznego wykorzystali już wszelkie „rezerwy proste" w podnoszeniu jakości. Rywalizacja przebiega teraz na poziomie czynników dotychczas pomijanych — eliminuje się magnetyki, zwraca uwagę na sposób prowadzenia masy, spłyca się ujemne sprzężenia zwrotne. I nagle okazało się, że możliwości poprawy jakości dźwięku tkwią w przewodach połączeniowych. Dotychczas wydawało się, że przewód, jeśli tylko jest — to już całkowicie wystarczy. Ale gdy poziom zniekształceń harmonicznych zaczyna mierzyć się w tysięcznych procenta, gdy istotne stają się przesunięcia fazowe, należało dokładniej przyjrzeć się drutowi miedzianemu.

Wiadomo nie od dziś, że poprawna praca głośników, zwłaszcza niskotonowych w dużym stopniu zależy od impedancji wyjściowej wzmacniacza mocy. Z pewnym uproszczeniem można przyjąć, że im jest ona mniejsza, tym lepiej tłumione są wszelkie szkodliwe drgania własne membrany, w tym bardziej kontrolowany sposób ona pracuje. Wtrącenie między wyjście wzmacniacza a głośnik nawet minimalnej rezystancji pogarsza odtwarzanie niskich częstotliwości. Nie bez znaczenia jest także strata mocy na rezystancji przewodów, która już przy spotykanych długościach kabli głośnikowych może stanowić do kilkudziesięciu procent rezystancji cewki głośnika. Dziwić się jedynie należy, że dopiero od niedawna zaczęto w praktyce w tak dużym stopniu zwracać na to uwagę. Ale jak już zwrócono — na efekty nie trzeba było czekać.

Narzucającym się rozwiązaniem było zwiększenie przekroju kabli. Nierzadki na pokazach był widok przewodów połączeniowych grubości kciuka. Oczywiście, musiano zastosować specjalne rozwiązania w celu zmniejszenia ich sztywności. Kable te wykonywane są z wielokrotnych skrętek cienkich przewodów — często różnych rodzajów. I tak np. przewód (podwójny) Multi TDC zawiera środkową żyłę o średnicy 0,3 mm i trzy rodzaje skrętek z przewodów 0,15 mm. Całkowita średnica przewodu wynosi około 5 mm, do czego należy dodać warstwę zewnętrzną z niesłychanie elastycznego tworzywa sztucznego. Jest to kabel podwójny, a więc jego poprzeczne rozmiary wynoszą około 7 × 20 mm. Istnieją liczne odmiany przewodów tego typu, zawsze ze skrętkami wielokrotnymi z przewodów izolowanych lub nieizolowanych, czysto miedzianych i srebrzonych. Jeśli chodzi o parametry, to przykładowo przewód o przekroju 2,5 mm² (podwójny) ma rezystancję rzędu 0,0075 Ω/m i pojemność około 50 pF/m.

Przewody głośnikowe wykonane są w dwóch podstawowych odmianach — jako dwu- i czterożyłowe. Dwużyłowe, do jednego zestawu głośnikowego, to oczywiste. Ale także do pojedynczego zestawu stosowane są przewody czterożyłowe. Składają się one z dwóch żył znacznie grubszych, nazwijmy je prądowych i dwóch cieńszych napięciowych. Sposób ich użycia nasuwa analogię z zasilaczami laboratoryjnymi, wyposażonymi w dwie pary zacisków wyjściowych. Jeśli obciążenie jest daleko od zasilacza, to dobrą stabilizację uzyskuje się wówczas, gdy napięcie wyjściowe mierzone jest na obciążeniu, a nie na zaciskach zasilacza. Do tego właśnie celu służą dwa dodatkowe przewody napięciowe, dające sygnał sprzężenia zwrotnego. Do podobnych celów stosowane są poczwórne kable głośnikowe, przy czym, oczywiście, wzmacniacz musi być wyposażony nie tylko w poczwórne zaciski wyjściowe ale i stosowne rozwiązania układowe.

Sama grubość przewodów to jeszcze nie wszystko. Klasyczny drut miedziany jest połączeniem niewielkich kryształów, ze wszystkimi tego konsekwencjami. Na stykach kryształów powstają obszary o zwiększonej rezystancji, obszary wykazujące śladowe własności półprzewodnikowe i ponadto narażone na korozję. Opracowana niedawno metoda ciągłego odlewania miedzi z kontrolowanym chłodzeniem umożliwia niemal dowolne wydłużanie kryształów. Poważną jej wadą jest powolność wytwarzania i dlatego tak produkowane przewody są znacznie droższe. Ale nawet wówczas, gdy kryształy miedzi są jedynie kilkunastokrotnie dłuższe niż w przewodach tradycyjnych, nowe kable mają istotne zalety. Nie występują w nich praktycznie straty transmisji, zmniejszają się zniekształcenia, przesunięcia fazowe, podatność na korozję. Poza tym są elastyczniejsze.

W technologii tej wykonuje się wszelkie rodzaje przewodów, zarówno głośnikowych jak i sygnałowych m.cz. i w.cz. Kable sygnałowe koncentryczne wykonywane są przy tym z wielokrotnym ekranowaniem. Na przykład trójprzewodowy (mikrofonowy) kabel PC-OCC symetryczny silver line (firmy Monitor PC) składa się z dwóch indywidualnie ekranowanych żył sygnałowych i trzeciego dodatkowego przewodu, objętych wszystkich razem, podwójnym (litym — z folii i plecionym) ekranem. Dopiero całość oblana jest elastycznym tworzywem.

Tego, co zyskuje się na jakości kabla, nie można stracić przez użycie niewłaściwych złącz. Dlatego też, obok przewodów połączeniowych oferuje się do sprzętu hifi najwyższej klasy bardzo bogaty wybór gniazd, zacisków i wtyków. Wszystkie one mają wspólną cechę — są złocone, dzięki czemu każdy z elementów stykowych gwarantuje znakomite „bezomowe" połączenie.

Wartą wzmianki inną grupą akcesoriów są różnego rodzaju „podstawki" pod urządzenia. Ich zadaniem jest tłumienie drgań. Stawia się na nich gramofony, kolumny głośnikowe, a może i wzmacniacz. Występują w dwóch rodzajach. Pierwszy — to swego rodzaju maty — np. firma Monitor PC oferowała podstawę o dumnej nazwie „Monitor precision shock and subfrequency absorbing module". Niestety, poza informacją, że działa ona znakomicie, firma nie udziela żadnych informacji technicznych.

Odmianę tłumików stanowią „nóżki" o dość złożonych kształtach i konstrukcji. Składają się one zwykle z trzech części — dwóch „podstawek" o wzajemnie regulowanej odległości (do precyzyjnego wypoziomowania urządzenia na nich stojącego) oraz wkładki (zewnętrznej lub wewnętrznej) z materiału tłumiącego drgania.

Fot. na str. IV okł.: Zestaw głośnikowy firmy Technics SB-RX50

Audio-Video

Spółka z o.o.

Nakładem

Wydawnictw Przemysłowych WEMA

Biblioteka Problemów Audio-hifi-Video służy szerokiej popularyzacji wiedzy o technice elektronicznej, stosowanej w sprzęcie powszechnego użytku.

AUTORZY Zeszytu 3: Jerzy Auerbach, Tomasz Bogdan, Kazimierz Monkiewicz, Aleksander Witort

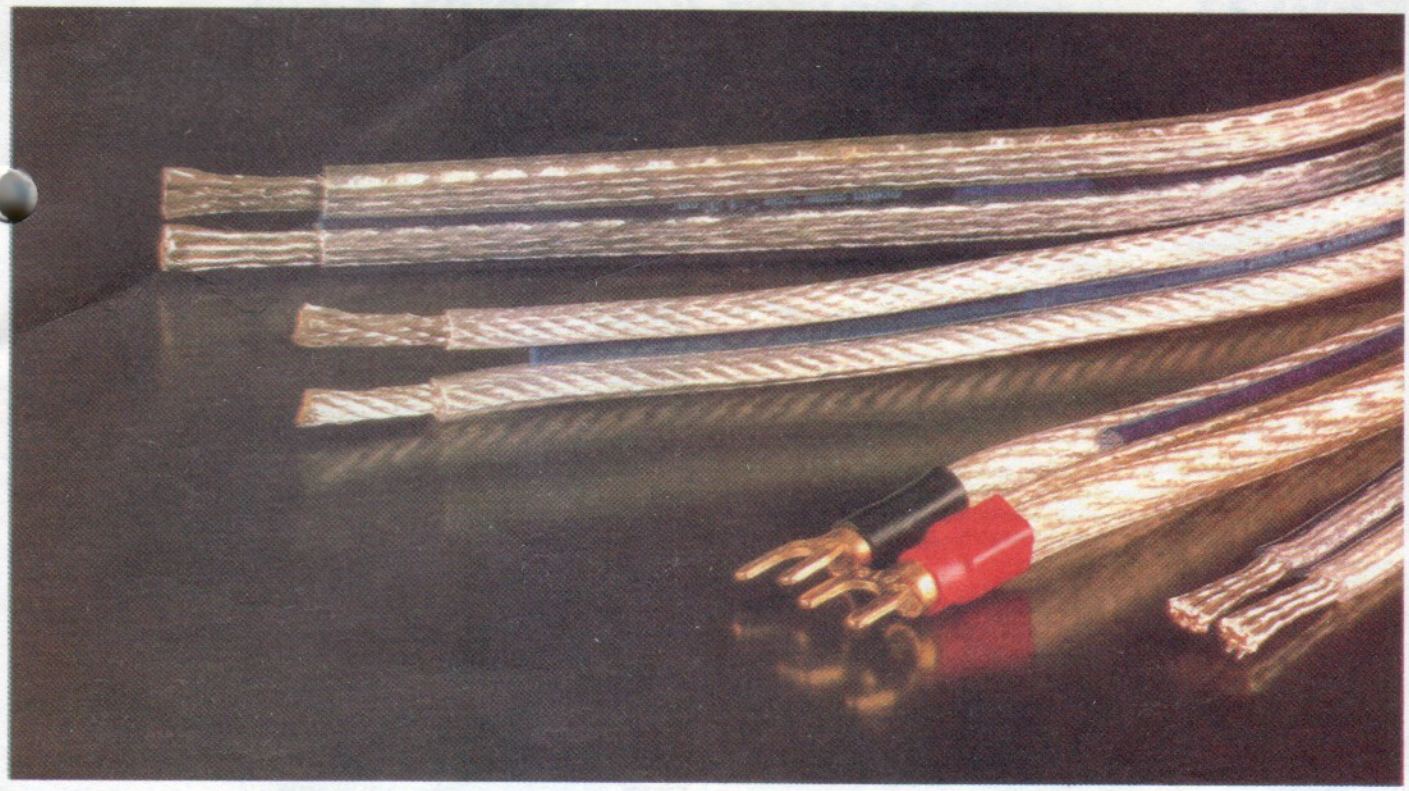
KOMITET REDAKCYJNY: dr inż. Jerzy Auerbach (red. naczelny); prof. dr hab. inż. Daniel Józef Bem; doc. mgr inż. Jerzy Chabłowski; doc. dr hab. Wiesław Marciniak; dr Ryszard Pełka; mgr inż. Wojciech Skulimowski; mgr inż. Wanda Trzebunia-Siwicka

Sekretarz redakcji: Alicja Krzesińska

Opracowanie graficzno-techniczne: Gabriela Talarek
Korekta: Eugenia Grudzińska

Adres redakcji: 03-450 Warszawa, ul. Ratuszowa 11. Telefon 18-93-25

Skład techniką fotoskładu. Druk: Zakłady Graficzne „Dom Słowa Polskiego" w Warszawie. Nakład 80 000 egz. Zam. 440/AO/90.



Rys. 1. Kabel głośnikowy firmy Monitor PC

Rys. 2. Łączówki firmy Oehlbachkabel

Rys. 3. Płyta absorbcyjna firmy Monitor Precision

REVOX — wzmacniacz kompletny B250

Zdalnie sterowany, kompletny wzmacniacz B250 jest przystosowany do współpracy z sześcioma źródłami sygnału: tunerem, dwoma magnetofonami, gramofonem klasycznym z przetwornikiem MM*, gramofonem CD oraz ze źródłem rezerwowym (Aux). Czułości wejść są programowane. Moc wyjściowa — 2 × 300 W (muzyczna) przy rezystencji obciążenia 4 Ω.

Wszelkie regulacje analogowe są dokonywane przy użyciu przycisków typu ±. Ciekawie rozwiązano regulator głośności stosując dwustopniowe przyciski do szybkiej i powolnej zmiany poziomu. Ze względu na brak pokrętel regulacyjnych niezbędne okazało się zastosowanie wskaźników. Na pierwszym, typu LCD zobrazowane są nastawy regulacji analogowych (wzmocnienia, zrównoważenia kanałów i barwy dźwięku) oraz stany niektórych przełączników (np. włączenie „loudness" czy wybór czułości wejść). Na wskaźniku drugim, fluorescencyjnym, sygnalizowany jest rodzaj używanego w danej chwili wejścia, poziom głośności oraz para zestawów głośnikowych (A lub B).

Wzmacniacz jest zdalnie sterowany. Na płycie czołowej dostępne są bezpośrednio jedynie najważniejsze elementy regulacyjne: wyłącznik sieciowy, regulatory głośności oraz przełącznik wejść. Pozostałe pokrętła i przełączniki ukryte są pod klapką.

Do bardziej interesujących rozwiązań zastosowanych w urządzeniu należy zaliczyć zdublowanie niektórych stopni wejściowych w bloku przedwzmacniacza. Umożliwia to jednoczesne słuchanie jednego, a nagrywanie z drugiego źródła sygnału. Zastosowano także, poza programowaniem czułości, przełączanie pojemności wejściowej wejścia gramofonowego, umożliwiając dopasowanie do rodzaju użytego przetwornika. Dodatkowy moduł rozszerzenia wejść, dostarczany oddzielnie, pozwala ponadto na korzystanie z czterech źródeł sygnału audio i wideo.

Wzmacniacz B250 różni się wyraźnie od innych tego typu urządzeń najwyższej klasy jakości. Konstruktorzy nie tylko nie zrezygnowali ze spotykanych zwykle regulatorów i przełączników, ale dodali wiele pożytecznych nowych. W sumie powstało urządzenie uniwersalne, niezwykle złożone, a mimo to bardzo proste w obsłudze.

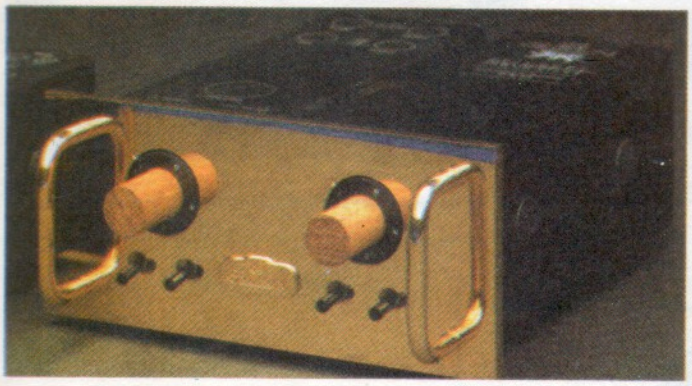
Dane techniczne

Moc muzyczna: 2 × 300 W/4 Ω 2 × 160 W/8 Ω
Moc ciągła: 2 × 200 W/4 Ω, 2 × 120 W/8 Ω
Zniekształcenia harmoniczne w paśmie 20 Hz ÷ 20 kHz: < 0,015% dla 150 W/4 Ω lub 100 W/8 Ω

* *Oferowana jest również wersja przystosowana do współpracy z przetwornikiem MC.*

Współczynnik tłumienia zmian obciążenia: > 100
Czułość znamionowa wejść: gramofon MM — 2,5 mV/47 kΩ
liniowe — 250 mV/47 kΩ
Zakres regulacji barwy: ± 12 dB/40 Hz, 14 kHz
Stosunek S/N (ważony): gramofon — 80 dB/100 W/8 Ω,
liniowe — 103 dB/100 W/8 Ω
Tłumienie przesłuchów między kanałami: 100 dB/10 kHz
Pasmo przenoszenia: 20 Hz ÷ 20 kHz (+0, −0,2 dB)
Zniekształcenia harmoniczne: 0,006%/1 kHz
Pobór mocy: 800 W
Masa: 15 kg

GRYPHON — przedwzmacniacze Dual-Mono



Wdzięk i bezpretensjonalność we wzornictwie, natomiast żadnych niemal danych technicznych, czyli — wyroby duńskiej firmy Gryphon. Drewniane pokrętła, złocone (chyba 14-karatowe) płyty czołowe, akrylowe obudowy — coś dla absolutnych perfekcjonistów. Zestaw GRYPHON zawiera: wzmacniacz napięcia dla sygnałów pochodzących z przetworników gramofonowych MC (Gryphon Head Amp), wzmacniacz napięcia współpracujący z przetwornikiem MM (Gryphon Phono Stage) oraz przedwzmacniacz (Gryphon Preamplifier).

Urządzenia firmy Gryphon — jak podaje producent — wytwarzane są przez zespół wybranych specjalistów. Płytki drukowane dostarczane są od producenta zachowującego precyzję sprzętu wojskowego i medycznego przy rygorystycznej kontroli jakości. Wstępnym testom są poddawane także wszystkie podzespoły.

Gryphon Head Amp to dwa monofoniczne tory, konstrukcja całkowicie na elementach dyskretnych, pasmo przenoszenia rzędu MHz („ ... megabandwidth frequency response"), brak ujemnych sprzężeń zwrotnych, wzmocnienie 40 dB w czystej klasie A, precyzyjny dobór impedancji wejściowej przy użyciu dołączonych modułów rezystancyjnych, bardzo niski poziom szumów („... ultralow... "), niezależne osobne zasilacze stabilizowane i ... pięć lat gwarancji.

Gryphon Phono Stage, też w podwójnej, w pełni separowanej konfiguracji mono charakteryzuje regulacja wzmocnienia przy użyciu 24-stopniowego przełącznika, brak kondensatorów w torze sygnałowym, pasywna korekcja RIAA ±0,1 dB, pasmo megahercowe, brak ujemnych sprzężeń zwrotnych, sprzężenia stałoprądowe, wzmocnienie 40 razy w czystej klasie A, brak okablowania wewnętrznego, wyjątkowo krótki („... ultrashort ...") tor sygnałowy i niezależne zewnętrzne zasilacze stabilizowane. W przypadku współpracy tego urządzenia z innym przedwzmacniaczem istnieje możliwość ominięcia regulacji wzmocnienia.

Gryphon Preamplifier jest urządzeniem o dwóch niezależnych torach monofonicznych z regulacją wzmocnienia i przełącznikiem źródeł. Główne jego cechy: płaska charakterystyka w pasmie megahercowym, brak ujemnych sprzężeń zwrotnych, czysta klasa A (wzmocnienie 40 razy), sprzężenia stałoprądowe, niemagnetyczne antywibracyjne chassis i — jak poprzednio — pięć lat gwarancji.

Istotnym elementem wpływającym na jakość dźwięku w urządzeniach firmy Gryphon są zewnętrzne, niezależne dla każdego kanału, zasilacze. Przykładowo, do przedwzmacniacza zastosowano zasilacz zawierający kondensatory filtrujące o pojemności 28 000 µF. Do każdego kanału użyto 36 kondensatorów i 11 stopni stabilizujących.

Z istotnych danych dysponujemy jedynie ceną:
Head Amp — 12285 Fr
Phono Stage — 17850 Fr
Preamplifier — 38000 Fr

33	Mission 764	2000	57	xx
34	ProAc Mini Tower	3000	56	xxx
35	Sonofer SF 2	1440	56	xxx
36	TSM Top Twen	2000	56	xxx
37	Etude Ariadne	3900	56	xx
38	Heybrook HB 2.5	1600	56	xx
39	Avance Concrete 190	2000	55	xxx
40	Infinity RS 4000A	1800	55	xxx
41	Pioneer Prologue 100	2000	55	xxx
42	Rogers LS 3/5	1530	55	xxx
43	Rogers LS 7/1p	2200	55	xxx
44	TSM Ancona	3200	55	xxx
45	Akai MS 200	2400	55	xx
46	Boston T 830	1800	55	xx
47	Elac EL 110	1500	55	xx
48	Onkyo SC 770	2200	55	xx
49	I. Q 3140 AT MkII	1600	54	xxx
50	T+A Stratos P20	14000	54	xxx
51	Actel ACT 200	1400	54	xx
52	ATL HD 309	1900	54	xx
53	Canton Karat 40/2	1400	54	xx
54	Jmlab DB 26 K2	2100	54	xx
55	Onkyo SC-670	1600	54	xx
56	Phonar A 203	1800	54	xx
57	Shotglas Taychon	3200	53	xx
58	Braun a/d/s CM 6	1400	53	xxx
59	Braun a/d/s CM 7	1800	53	xxx
60	Heco Superior 730	1900	53	xxx
61	ProAc Super EBT	2000	53	xxx
62	Revox Forum B MkII	1700	53	xxx
63	I+A ADL III	2000	53	xxx
64	7 Fohn Solution 2	3000	53	xx
65	Heco Interior 430 S	1300	53	xx
66	Jamo Concert V	1800	53	xx
67	Meridan M20 (aktiv)	4800	53	xx
68	B and W DM 1600	1600	52	xxx
69	B and W DM 1800	2000	52	xxx
70	Canton CT80	1900	52	xxx
71	Fine Arts 2	2000	52	xxx
72	Heco Superior 630	1400	52	xxx
73	KS Aktiv 2 (aktiv)	2400	52	xxx
74	KS Allegro	1800	52	xxx
75	Dahlquist M 905	2500	52	xx
76	Elac EL 85 (aktiv)	2800	51	xxx
77	I. Q 3160 AS	1300	51	xxx
78	MB Quart 610S	1600	51	xxx
79	Sony APM-44ES G	1400	51	xxx
80	Cervin-Vega AT-60	1600	51	xx
81	Infinity RS 3001 E	1300	51	xx
82	MB Quart 490 MCS	1400	51	xx
83	B and W DM 330i	1400	50	xxx
84	KEF 103/3	1800	50	xxx
85	Onkyo SC-660	1400	50	xxx
86	A.R.E.S. Compact	1200	50	xx
87	Elac EL75 II	1100	50	xx
88	ESS 1020	1600	50	xx
89	I. Q 2160 AT	1300	50	xx
90	MB Quart 350S	1200	50	xx
91	TSM 5000	1200	50	xx

92	Fine Arts 1	1100	49	xxx
93	Grundig Monolith 8500	1200	49	xxx
94	Infinity RS 3000	1200	49	xxx
95	Mission 737R	1300	49	xxx
96	ATL 704 Pro	1100	49	xx
97	Cabasse Brigg M8	1800	49	xx
98	Ecounton LQL 70	1600	49	xx
99	Ecounton MRL 80 Plus	1000	49	xx
100	Energy 22 Pro Monitor	1600	49	xx
101	Magnat MSP-70	1500	49	xx
102	Pat Triangel MkII	2300	49	xx
103	Technics SB-RX30	1000	49	xx
104	Bonsai Ideal	900	48	xxx
105	Elac EL 80	1000	48	xxx
106	Heybrook HB1	1000	48	xxx
107	Heybrook HB8	900	48	xxx
108	Arcus TM 68	1400	48	xx
109	Braun a/d/s/ RM6	1200	48	xx
110	Kirksaeter Amadeus 120 Tower	1200	48	xx
111	Magnat Monitor SE	1200	48	xx
112	Rogers LS2	1100	48	xx
113	TSM Puris 300	1000	48	xx
114	TSM Puris 400	1400	48	xx
115	Ecouton LQL 50	1200	47	xxx
116	Boston A 70/II	1200	47	xx
117	Castle Durham	1200	47	xx
118	I.Q 2140 AT MkII	1000	47	xx
119	Quadral Altan	900	47	xx
120	I+A PP 140S	1000	47	xx
121	TDL Compact	1200	47	xx
122	TSM Super Twen	1600	47	xx
123	Onkyo SC-460	800	46	xxx
124	ATL HD 304	900	46	xx
125	ATL HD 306 S	1200	46	xx
126	Canton Fonum 600	1200	46	xx
127	Denon SC 500	1000	46	xx
128	Dynaudio MSP 80	1000	46	xx
129	Eurosound ES Capella	1600	46	xx
130	Gale GS 302	1500	46	xx
131	Grundig Box 8500	1000	46	xx
132	Heco Interior 330S	1100	46	xx
133	Infinity RS 2001 E	900	46	xx
134	Phonar Laser 400	1200	46	xx
135	Saba Real 1-CD	1000	46	xx
136	I+A Stratos P10	1000	46	xx
137	TSM Twen	1000	46	xx
138	Wega Direct 500	1000	46	xx
139	Electro-Voice Swing 2	1400	45	xx
140	Eurosound ES 100	900	45	xx
141	JBL LX 33	900	45	xx
142	Jamo SW60/Monitor One	1400	45	xx
143	KS Minou	1050	45	xx
144	Magnat Magnastar	1300	45	xx
145	Magnat Monitor D	1000	45	xx
146	TSM 1000	1000	45	xx
147	Actel ACT 40	1200	44	xx
148	ASW Genius 90	900	44	xx
149	Heco Interior 230	900	44	xx

150	I.Q Lady 120	600	44	xx
151	JBL LX55	1200	44	xx
152	Vieta BD 5000	900	44	xx
153	Blaupunkt L 107	1400	43	xx
154	BOSE Acoustmass	1700	43	xx
155	Denon SC 300	600	43	xx
156	Elac EL 65	800	43	xx
157	Hal La Nouvelle	1700	43	xx
158	Heco Interior 120	600	43	xx
159	Phonar A202	800	43	xx
160	Sony APM-F50AV	1200	43	xx
161	B and W DM 560	960	42	xx
162	Boston A 60 II	1000	42	xx
163	Canton Fonum 300	600	42	xx
164	Canton Karat 30	1000	42	xx
165	Celef CF-2 Nimbus	1000	42	xx
166	Celestion DL 8 II	700	42	xx
167	Elac EL-60	600	42	xx
168	I.Q Minilady	500	42	xx
169	Magnat MSP 60	1200	42	xx
170	Mission 761	600	42	xx
171	ProAc Super Tablette	1350	42	xx
172	Real Audio HLS Precision 5/3D	1000	42	xx
173	Acron 310B	700	41	xx
174	Boston A 40/II	600	41	xx
175	Kenwood LS-770G	900	41	xx
176	Royd audio A7/II	600	41	xx
177	Technics SB-C350	800	41	xx
178	Telefunken HL 870 CD	700	41	xx
179	ITT Superion 1300	1700	41	x
180	Arcus AS 3	600	40	xx
181	Grundig Box 8000	700	40	xx
182	Uher Faiplay 80	600	40	xx
183	Grundig Box 5500	260	39	xxx
184	B and W DM100i	560	39	xx
185	Castle Trent	700	39	xx
186	Linn Index Plus	800	39	xx
187	Pioneer Prologue 70	900	39	xx
188	I.Q 1203 AL	460	38	xx
189	Magnat Sonobull 21	400	38	xx
190	RFT BR 26 classic	400	38	xx
191	T+APP80	400	38	xx
192	Braun a/d/s/CM 5	1000	37	xx
193	Elac EL 50	500	37	xx
194	Hitachi HS-E 450	600	37	xx
195	Schneider 8030 LS	400	37	xx
196	Telefunken HL 870 CD	700	37	xx
197	TSM Puris 100	550	37	xx
198	Acron 410	900	36	xx
199	Fisher STE 170	260	36	xx
200	Telefunken HL 860	500	36	xx
201	Wharfedale Diamond III	290	36	xx
202	Infinity RS 1000	600	35	xx
203	Sanyo SX 660	400	35	xx
204	Pioneer Prologue 10	400	35	x

Maksymalna ocena — 100 punktów
xxxxx — wyborny; xxxx — bardzo dobry; xxx — dobry; xx — zadowalający; x — wystarczająco dobry
(źródło: czasopismo Audio, RFN)

Technics